

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO MEDIANTE EL ESTUDIO DEL TRABAJO
PARA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CINSA YUMBO**

WILLIAM ANDRÉS MARTÍNEZ MOLINA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIRIA
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS
PROGRAMA INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2013**

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO MEDIANTE EL ESTUDIO DEL TRABAJO
PARA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CINSA YUMBO**

WILLIAM ANDRÉS MARTÍNEZ

**Pasantía Institucional para optar al título de
Ingeniero Industrial**

**ALEJANDRO SILVA PERDOMO
Ingeniero Industrial, M.A.
Director Académico**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS
PROGRAMA INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2013**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Industrial

GIOVANNY DE JESÚS ARIAS

Jurado

ALBERTO GARCIA

jurado

Santiago de Cali, 19 de Julio de 2013.

“Quiero dedicarle este triunfo, a Dios por ser la luz que me da fuerzas y me ilumina en cada decisión tomada, a mi madre por su apoyo incondicional y consejos, a mi padre por enseñarme que con perseverancia, disciplina y responsabilidad no hay nada imposible, a mis hermanas Sandra y Elizabeth por estar conmigo en todo momento y a mis amigos y docentes que confiaron en mí e hicieron de esta etapa que hoy culmina una de las mejores de mi vida.”

AGRADECIMIENTOS

Durante estos años de vida académica, hoy como ingeniero puedo afirmar y demostrar que si valió la pena creer, ser consciente que con esfuerzo, responsabilidad, disciplina y perseverancia todos los sueños son alcanzables. Estoy orgulloso de ser un profesional formado en la Universidad Autónoma de Occidente, ya que aquí obtuve los cimientos para el edificio, cuyos pisos representarán la obtención de cada uno de los futuros retos.

Agradezco a las personas vinculadas a la empresa CINSA, también reconozco muy especialmente la disposición y colaboración brindada por el ingeniero Wilson Chacón y el ingeniero Reynaldo Torres pertenecientes al área administrativa de esta misma entidad, sin el apoyo de ellos la realización de éste proyecto no hubiera sido posible.

A mi director de proyecto, Ingeniero Alejandro Silva por brindarme su respaldo y conocimiento durante todo este tiempo, que además de ser un excelente docente se convirtió en mi amigo y se encargó de guiarme siempre que lo necesité.

Y a todas las personas que de una u otra manera estuvieron durante estos años, animándome a convertir este sueño en realidad.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
2. PARTICIPANTES	15
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	16
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
4. JUSTIFICACIÓN	18
5. OBJETIVOS	20
5.1 GENERAL	20
5.2 ESPECÍFICOS	20
6. ANTECEDENTES	21
7. MARCO DE REFERENCIA	24
7.1 MARCO TEORICO	24
7.1.1 Alcance del Estudio del Trabajo	24
7.1.2 El Estudio De Métodos	25
7.1.3 Medición Del Trabajo O Estudio De Tiempos	27
7.1.4 Balanceo De Líneas	32
8. METODOLOGÍA	345
8.1 UNIVERSO Y MUESTRA	35
8.1.1 Universo	35
8.1.2 Muestra	35
8.2 PRIMERA ETAPA	35
8.2.1 Tabla de descripción de actividades	35
8.3 SEGUNDA ETAPA.	36
8.4 TERCERA ETAPA	37

9. DESARROLLO DEL ESTUDIO DEL TRABAJO	38
9.1 ETAPA 1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	38
9.2 ETAPA 2. MEDICIÓN DEL TRABAJO	48
9.2.1 Selección del Trabajo	48
9.2.2 Examinar los Trabajadores	48
9.2.3 Descomponer la tarea o el trabajo en elementos y delimitarlos	48
9.2.4 Tamaño de muestra y número de ciclos recomendados	49
9.2.5 Convertir los tiempos observados, en tiempos normales	51
9.2.6 Determinar los suplementos	51
9.2.7 Determinar el tiempo estándar y tiempo de ciclo	52
9.3 ETAPA 3. BALANCEO DE LÍNEAS	54
9.3.1 Balanceo Línea de Cilindros Nuevos (Capacidad 18 Kg)	55
9.3.2 Balanceo Línea de Cilindros Mantenimiento (Capacidad 15 Kg)	60
 10. CONCLUSIONES	 67
 11. RECOMENDACIONES	 69
 BIBLIOGRAFÍA	 70
 ANEXOS	 73

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Árbol de Problemas.	15
Figura 2. Número de ciclos de observación recomendados por GE.	26
Figura 3. Suplementos recomendados por la OIT.	28
Figura 4. Procedimiento adecuado para la medición del trabajo.	29
Figura 5. Línea de Montaje Simple	33
Figura 6. Dfp Línea Adecuación De Cilindros	38
Figura 7. Dfp Línea De Cilindros Nuevos.	40
Figura 8. Dfp Adecuación De Cilindros.	42
Figura 9. Dfp Cilindros Nuevos.	44
Figura 10. Indicador Cumplimiento de la Producción	67

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Inspección y Clasificación 1.	48
Tabla 2. Patinado Cilindros Clasificados	72
Tabla 3. Registro y Toma de Seriales 1.	73
Tabla 4. Granallado 1.	73
Tabla 5. Inspección y Clasificación 2.	74
Tabla 6. Mantenimiento.	74
Tabla 7. Marcado 1.	75
Tabla 8. Rolado.	76
Tabla 9. Punteo.	77
Tabla 10. Longitudinal.	77
Tabla 11. Ensamble.	79
Tabla 12. Soldadura Circular.	80
Tabla 13. Marcado 2.	81
Tabla 14. Normalizado.	82
Tabla 15. Prueba Hidrostática.	82
Tabla 16. Peso y Registro.	83
Tabla 17. Marcado 3.	83
Tabla 18. Granallado 2.	84
Tabla 19. Limpieza Superficial.	85
Tabla 20. Patinado Cilindros Limpios.	85
Tabla 21. Pintado.	86

Tabla 22. Patinado Cilindros Pintados.	86
Tabla 23. Patinado Válvulado.	87
Tabla 24. Válvulado.	88
Tabla 25. Prueba Neumática.	89
Tabla 26. Registro y Toma de Seriales 2.	90
Tabla 27. <i>Screen</i>	90
Tabla 28. Tiempo y Diferencia <i>Screen</i>.	97

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Tiempo Cronometrado Ciclos Recomendados.	51
Cuadro 2. Resultados Línea de cilindros nuevos.	53
Cuadro 3. Cuadro de resultados cilindros mantenimiento.	54
Cuadro 4. Línea de cilindros nuevos actual.	57
Cuadro 5. Línea de cilindros nuevos Balanceada.	59
Cuadro 6. Producción agencias de Cinsa	60
Cuadro 7. Línea de cilindros Mantenimiento actual.	62
Cuadro 8. Línea de cilindros Mantenimiento Balanceada.	64

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Tablas De Descripción De Actividades	72
ANEXO B. Delimitación De Elementos.	91

RESUMEN

El propósito principal de este proyecto de grado, es lograr una contribución en la productividad de las líneas de producción: adecuación de cilindros y cilindros nuevos, de la empresa CINSA – YUMBO, a través del estudio del trabajo, necesidad detectada por la Gerencia General.

Tiene como objetivo general, brindar herramientas para la mejora de las líneas de producción en la empresa CINSA – Yumbo, utilizando la técnica del estudio del trabajo; identificando las falencias en las diferentes estaciones de las líneas de producción, cuellos de botella y demás problemáticas, para de esta manera brindar recomendaciones para optimizar y ajustar los procesos.

Para el desarrollo de este proyecto se emplearon tres métodos de investigación, en la primera etapa de identificación de la situación actual de las líneas productivas de la empresa, como un estudio de tipo descriptivo porque trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta; en la segunda etapa de medición del trabajo se clasifica como una investigación cuantitativa de campo, recogiendo y analizando datos sobre las variables del proceso que brindarán información sólida, repetible y objetiva; y en la tercera etapa de balanceo de líneas, se clasifica como un estudio cuantitativo puesto que se apoya en las pruebas estadísticas tradicionales.

Palabras Claves: Estudio de Métodos, Tarea, Relaciones de precedencia, Estudio de Tiempos, Balanceo de Línea, Estación, Carga de trabajo, Tiempo de cada estación, Tiempo de estación inactivo

INTRODUCCIÓN

Los sistemas modernos de producción exigen que las compañías realicen procesos productivos en serie, lo que en ocasiones presenta inconvenientes relacionados principalmente con rendimientos inferiores a su capacidad, causados generalmente por actividades que, por alguna razón limitan el flujo de producción de la línea, disminuyendo la capacidad de producción de la planta y además generan pérdidas y bajos niveles de productividad.

En este sentido, el problema central de este proyecto es la falta de estandarización de los procesos de producción, planteándose como objetivo general brindar herramientas para conseguirlo, que permitan a la empresa ¹CINSA – Yumbo, mejorar su productividad.

Para cumplir con este propósito, se planea implementar una metodología de tres etapas de desarrollo; primero una etapa descriptiva, a fin de poder elaborar un diagnóstico de la situación actual de la compañía que conduzca al establecimiento de métodos mejores; en la segunda etapa a través de una investigación cuantitativa de campo, determinar el tiempo estándar de cada actividad y de cada una de las referencias que se producen en la planta, con el fin de establecer metas de producción a los operarios; y en la tercera un estudio cuantitativo que se apoya en las pruebas estadísticas tradicionales.

En resumen, el presente proyecto busca brindar herramientas para estandarizar los procesos de las líneas de adecuación de cilindros y cilindros nuevos de la empresa CINSA – Yumbo, utilizando la técnica del estudio del trabajo, que permitan a la empresa mejorar su productividad.

¹ CINSA: Comercial Industrial Nacional S.A. empresa dedicada al diseño, fabricación, comercialización y mantenimiento de recipientes seguros de alta calidad para el almacenamiento, transporte, distribución domiciliaria y empresarial del Gas Licuado del Petróleo

1. PARTICIPANTES

2.1 ESTUDIANTES

Nombres y Apellidos	Código	Programa	e-mail
William Andrés Martínez Molina	2080150	Ingeniería Industrial	<u>wamm010@gmail.com</u>

2.2 DIRECTOR ACADÉMICO

Nombres y Apellidos	Títulos
Alejandro Silva Perdomo	Ingeniero Industrial Magíster en Administración

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

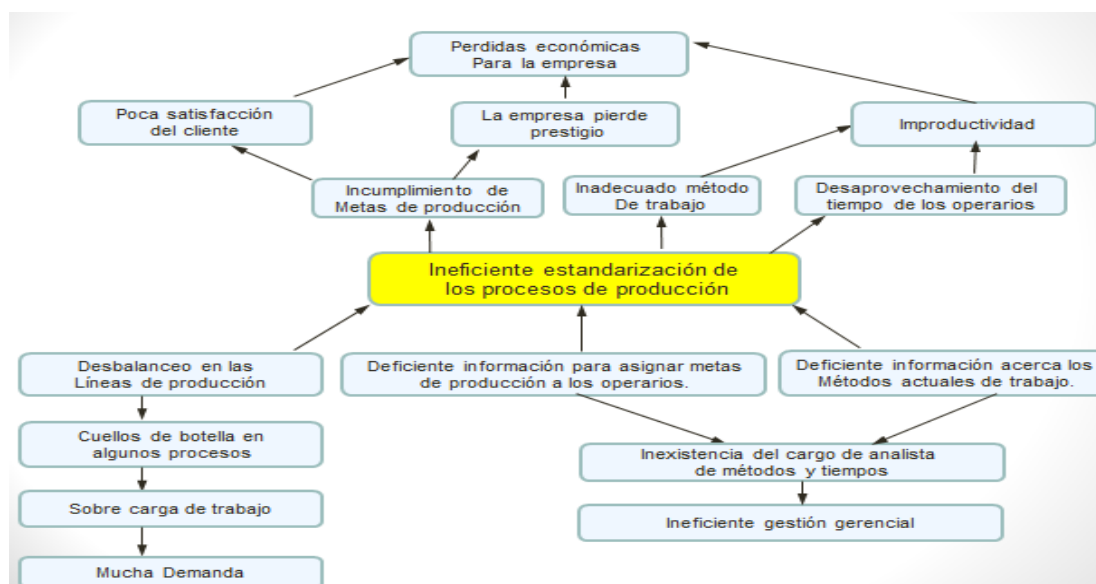
3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

El estudio del trabajo en los últimos tiempos se ha convertido en una herramienta útil para mejorar la productividad de las empresas y por ende su competitividad; ya que además de revelar la existencia del tiempo improductivo, también nos establece el tiempo tipo de ejecución del trabajo y las empresas que no hacen un adecuado manejo de este instrumento presentan problemas de productividad.

Teniendo en cuenta lo anterior, el caso de la compañía CINSA –Yumbo, no ha sido la excepción y ha venido presentado problemas de producción, no se han alcanzado las metas propuestas, la productividad ha sido muy limitada y esto ha generado pérdidas económicas para la empresa.

En vista de lo planteado, el problema central que afronta este proyecto es la falta de estandarización de los procesos de producción; esto causado por la deficiente información para medir la productividad real de un operario, el desbalanceo en las líneas productivas y la deficiente información acerca de la capacidad real de la planta. Para mayor profundidad se sugiere ver la Figura 1. Árbol de Problemas.

Figura 1. Árbol de Problemas.



En resumen, la empresa presenta la carencia de un soporte para fijar metas de producción a los operarios, falta de información acerca de la capacidad real de la planta, desbalanceo de las líneas productivas y deficiente planeación de los procesos y operaciones; que afectan de manera directa su productividad.

3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Para Cinsa – Yumbo es indispensable alcanzar la solución de los problemas ya identificados que afectan su productividad, es por eso que la pregunta que este proyecto pretende resolver viene relacionada con:

¿La estandarización de los procesos de las líneas productivas, resulta útil para la mejora de la productividad de la empresa?, para responder la pregunta anterior, también se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ¿Será posible por medio de un diagnóstico de los procesos de las líneas productivas, aportar para el establecimiento de mejores métodos de trabajo?
- ¿Al implementar la toma de tiempos como técnica de medición del trabajo de los operarios en las líneas productivas, se obtiene suficiente información para asignarles metas de producción?
- ¿Se puede mejorar la productividad de las líneas de producción, a través de la técnica de balanceo de líneas?

4. JUSTIFICACIÓN

El auge de la globalización y la competitividad ha ocasionado que las compañías actualmente busquen la manera de incursionar y crecer en el mercado, generando en las empresas un ideal de inversión y expansión como factor de desarrollo, el cual es abordado generalmente creando sucursales que les permitan satisfacer las necesidades y demanda de sus clientes.

De ahí que la empresa CINSA - Yumbo posea un problema relacionado con lo anterior y que le ha generado perdidas económicas a la compañía, ya que esta es una planta subsidiaria de la agencia principal que se encuentra ubicada en Cúcuta (Norte de Santander), y aunque ambas agencias tienen el mismo objeto social, no pueden trabajar bajo los mismos parámetros, esto debido a que la casa matriz de Cúcuta esta mas tecnificada, tiene mayor infraestructura y posee un volumen de producción mucho mayor (la agencia principal Cúcuta es aproximadamente 10 veces mayor a la agencia Yumbo).

Como resultado de lo anterior y con el propósito de evaluar la situación actual de la planta, logrando brindar información pertinente que contribuya a una mejora y evaluación en cuanto a la productividad y por ende competitividad de la empresa se refiere, se hace necesario una implementación del estudio del trabajo logrando con esto determinar la capacidad de producción real de la empresa e identificando cuellos de botella que pueden ocasionar desbalances de la línea productiva y que puedan limitar la productividad de esta.

La elaboración del estudio del trabajo se realizará bajo los criterios y factores de eficiencia que vienen dados mediante los métodos y la velocidad de los movimientos, estos haciendo referencia a su vez a lo relacionado con habilidad, esfuerzo y condiciones de trabajo que tiene la compañía, buscando en 24 semanas conseguir un aporte informativo, factible y eficiente que le brinde herramientas al comité productivo para tomar decisiones e intervenir en la problemática actual de la compañía.

Por otro lado este proyecto permite adquirir experiencia y conocimiento, debido a que es un aplicativo de los sólidos fundamentos teórico-prácticos adquiridos a lo largo del proceso académico, contribuyendo además al desarrollo de nuevos conocimientos y habilidades para darle solución a una problemática real de una empresa relacionada con el campo de acción de la Ingeniería Industrial.

5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

Brindar herramientas para la mejora de las líneas de producción en la empresa CINSA – Yumbo, utilizando la técnica del estudio del trabajo; con el propósito de incrementar la productividad.

5.2 ESPECÍFICOS

- Efectuar un análisis del proceso identificando cada una de las actividades del proceso de la línea productiva de la empresa CINSA – Yumbo, con el fin de registrarlo y de esta forma poder elaborar un diagnóstico de la situación actual de la compañía que conduzca al establecimiento de métodos mejores.
- Determinar el tiempo estándar de cada actividad y de las referencias que se producen en la planta, con el propósito de estandarizar los procesos y brindar información a la gerencia para asignar metas de producción a los operarios.
- Identificar cuellos de botella en las líneas de producción que ocasionan situaciones de desbalanceo, con el fin de equilibrar las líneas productivas de la empresa.

6. ANTECEDENTES

Se realizó la búsqueda de material investigativo que tuviese relación con la temática desarrollada, en las bases de datos de la universidad sin tener éxito, ya que no se encontraron tesis relacionadas con nuestro tema; por consiguiente, se dio inicio a la consulta de material en distintos sitios web (internet), los cuales se acoplan más a lo que en realidad se busca.

Ustate Pacheco², realizó un estudio para el aprovechamiento de los recursos existentes de mano de obra, equipos, materia prima y material, partiendo de un estudio de métodos y tiempos hasta el análisis de la distribución de la planta física de la empresa. Para esto se desarrollaron unas propuestas dotándose de herramientas efectivas tales como manuales de procedimientos, operaciones, etc. para de esta forma impulsar una mayor productividad y generar sugerencias innovadoras para mejorar el sistema actual de producción y así posicionarse como una empresa competitiva en el país y en el mundo.

En la ciudad de Santiago de Cali³, se realizó un estudio del trabajo empleando un método minucioso con el propósito de lograr una contribución en la productividad de la empresa. Debido a que la información que tenía la empresa era imprecisa, desactualizada e incompleta se hizo énfasis en la identificación de mejoras en los procesos, carencias o falencias en maquinas, posibilidades de automatización, etc. Empleando para esto diagramas de flujo de procesos, de tiempos, etc. permitiendo así realizar un análisis completo de la situación que tenía la compañía en ese momento y brindándole unas recomendaciones de mejora.

Martínez⁴, realizó un estudio de métodos y tiempos, buscando estandarizar el proceso de extrusión de tubería corrugada en la línea 10 de la empresa; con este trabajo, logró realizar ajustes en el proceso productivo, como lo fue la propuesta

² USTATE PACHEO, Elkin Javier. Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S.A. Tesis para optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2007.

³ GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Francisco Javier. Estudio de métodos y tiempos para la planta de producción de C.I. Cobres de Colombia Ltda. División de Empaques de Madera. Tesis para optar al título de Administrador de empresas. Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia. 2010.

⁴ MARTÍNEZ CANIZALES, Shirley. Estudio de métodos y tiempos en el proceso de extrusión de tubería corrugada en la línea 10 de la empresa Tubos de Occidente S.A. Tesis para optar al título de Ingeniera Industrial. Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia. 2010.

de metodología SMED (Single Minute Exchange Die), en la cual se recomendaba la preparación previa de herramientas, cabezales, moldes y materiales; además organización y limpieza de la zona de trabajo de la extrusora. De igual forma, se brindó a los operarios una charla con la cual entendieron la importancia de implementar la metodología que reduzca los tiempos de alistamiento, cambio de referencia, además de imponer un ambiente óptimo para que cada uno mejore su trabajo.

Asimismo el estudio del trabajo permitió encontrar fácilmente situaciones de ineficiencia en la forma de trabajo de los operarios que presumen gastos y también se proporcionó un mejor ambiente de trabajo en el área de mezclas y en toda la planta con la implementación de la técnica 5's, en aspectos de seguridad industrial, disponibilidad de tiempo y calidad del producto terminado.

Sandoval Villanueva⁵, en Estados Unidos, presentó su tesis basada en un estudio de tiempos y movimientos en la planta de “EMBUTIDOS DELICIA”, con el propósito de mejorar la productividad; la metodología que ella usó y los objetivos específicos que busco resolver, son muy parecidos a los del caso de este ante proyecto de grado de la empresa CINSA y por ende este material se usará en el estudio del mismo.

El trabajo investigativo de Lazcano⁶ es de gran utilidad para ser tenido en cuenta como obra de consulta para el presente anteproyecto en CINSA, puesto que persigue el objetivo de optimizar la productividad en la empresa CIMA CASTRO como también la estandarización de tareas y procesos, con el uso de unos muy buenos indicadores, los cuales se pueden usar en el presente anteproyecto en CINSA.

En conclusión, en diversos países del mundo, se han desarrollado estudios de métodos y tiempos para aumentar la productividad de las diferentes empresas; utilizando diferentes herramientas y evaluaciones pero coincidiendo en la mayoría de los criterios de evaluación para tener en cuenta. De igual forma, la necesidad de contar con la participación de los interesados, como los empresarios, mandos

⁵ SANDOVAL V, Regina Elizabeth. Tesis de Ingeniería Industrial (online). Disponible en internet (URL: <http://www.aiu.edu/publications/student/spanish/131-179/Tesis-de-Ingenieria-Industrial.htm>), Estados Unidos.

⁶ LAZCANO Mario Fernando. Tesis de Ingeniería Industrial (on line). Disponible en internet <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/417/1/85T00167.pdf.riobamba-ecuador> 2010

medios y operarios, que permita la mejora de la productividad, competitividad y disminuir las pérdidas económicas de la empresa.

7. MARCO DE REFERENCIA

7.1 MARCO TEORICO

7.1.1 Alcance Del Estudio Del Trabajo. Investigar y perfeccionar las operaciones en el lugar de trabajo no es nada nuevo: Este siempre ha sido el objetivo de los dirigentes de las empresas, pero, lamentablemente, el mundo no se posee un número adecuado de dirigentes competentes. De ahí la gran utilidad del estudio del trabajo, de ahí que aplicando sus procedimientos sistemáticos los directivos puedan lograr resultados beneficiosos para sus compañías.

El estudio del trabajo brinda resultados, para investigar y dar solución a los problemas. Debido a que la investigación requiere tiempo en la mayoría de las empresas, los directivos no pueden encargarse del estudio del trabajo. “El estudio del trabajo deberá ser delegado siempre a quien pueda dedicarse a él únicamente, a alguien que pertenezca a la línea jerárquica asesora y no de mando”⁷.

Dicho estudio ayuda a mirar desde un punto de vista económico y práctico los cambios continuos que ocurren en el entorno industrial, contribuyendo a la productividad, mediante la reorganización del trabajo estableciendo normas de rendimiento de las que dependen la planificación y el control eficaz de la producción.

Para realizar un estudio del trabajo se debe llevar a cabo las siguientes actividades:

- Reconocer e identificar el proceso y cada una de las actividades.
- Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir.
- Definir con un estudio de métodos la mejor forma de ejecutar el trabajo.
- Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en elementos.
- Verificar y comprobar el método empleado por el operario para verificar que está trabajando como se estableció cuando se fijó el método.
- Medir el tiempo, registrar el tiempo para cada elemento.
- Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo.
- Convertir los tiempos observados en tiempos normales (factor de valoración).

⁷ OIT. Introducción al Estudio del trabajo. 4 ed. Limusa Editores, 2000, p. 17.

- Determinar los suplementos.
- Determinar el tiempo estándar (o tipo)

7.1.2 Estudio De Métodos. El estudio de métodos reduce la cantidad de trabajo, eliminando movimientos innecesarios del material o de los operarios, sustituyendo métodos deficientes por buenos. La medición del trabajo investiga, reduce y finalmente elimina el tiempo improductivo”⁸.

El estudio de métodos es el examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras⁹, tomando en consideración los factores técnico-económicos, sociales y personales de todos los factores que influyen de alguna manera en el proceso.

El estudio de métodos se realiza primero desarrollando una etapa de selección, registro y examen del trabajo o actividad fuente de estudio, luego se establece el método más práctico económico y eficaz, para posteriormente evaluarlo, definirlo, implementarlo y controlarlo.

7.1.2.1 Selección del trabajo. La selección se hace con un motivo preciso, que de por sí obliga a elegir determinada tarea.

“No debe hacerse un estudio de tiempos mientras no se haya establecido y definido con un estudio de métodos la mejor forma de ejecutar el trabajo”¹⁰.

Luego de tener el método establecido y los elementos a cronometrar se debe comprobar la manera como el operario realiza la actividad, para verificar que está trabajando como se estableció cuando se fijó el método.

Diagrama de Proceso: Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos

⁸ Ibid., p. 3.

⁹ OIT. Introducción al Estudio del trabajo. 4 ed. Limusa Editores, 2000, p. 77.

¹⁰ SILVA. Op. cit., p.10.

de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes¹¹.

Diagrama de Flujo: se conocen con este nombre las técnicas utilizadas para representar esquemáticamente bien sea la secuencia de instrucciones de un algoritmo o los pasos de un proceso. Esta última se refiere a la posibilidad de facilitar la representación de cantidades considerables de información en un formato gráfico sencillo. Un algoritmo está compuesto por operaciones, decisiones lógicas y ciclos repetitivos que se representan gráficamente por medio de símbolos estandarizados por la ISO óvalos para iniciar o finalizar el algoritmo; rombos para comparar datos y tomar decisiones; rectángulos para indicar una acción o instrucción general; etc. Son diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan en una secuencia de instrucciones o pasos indicada por medio de flechas¹².

Diagrama hombre-máquina: El diagrama es hombre-máquina cuando esta conformado por 2 sujetos (hombre-máquina) y es diagrama de actividades múltiples cuando esta conformado por más de dos sujetos, pudiendo ser:

- Más de dos hombres sin máquina
- Un hombre y dos o más máquinas
- Varios hombres y varias máquinas
- Es una gráfica en la que se registran las actividades de más de un sujeto (hombre-máquina) utilizando una escala de tiempos común a todos los sujetos, que indiquen las relaciones entre ellos¹³.

Diagrama Bimanual: Es diseñado para dar una representación sincronizada y gráfica de la secuencia de actividades de las manos del trabajador, indicando la relación entre ellas.

El registro se realiza mediante símbolos convencionales de los diagramas de proceso, omitiendo el de la inspección, debido a que el propósito del diagrama es describir los movimientos elementales de las extremidades.

“Este diagrama es importante para el registro de las tareas rutinarias, repetitivas y de ciclos breves realizadas en contextos de producción de volumen bajo o moderado¹⁴.

¹¹ Diagramas de proceso [en línea]. España: Zaragoza, s.f. [consultado julio de 2012]. Disponible en internet: <http://148.202.148.5/curos/id209/mzaragoza/unidad2/unidad2dos.htm>.

¹² Diagramas de flujo [en línea]. Colombia: Eduteka, s.f. [consultado julio de 2012]. Disponible en Internet: <http://www.eduteka.org/modulos.php?catx=4&idSubX=116>

¹³ Diagrama Bimanual [en línea]. Pbworks.com. [consultado julio de 2012]. Disponible en Internet: <http://organizacionymetodos.pbworks.com/f/13p+diagrama+bimanual+y+diag+hombre+maquina.pdf>

7.1.3 Medición Del Trabajo O Estudio De Tiempos. “La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida”¹⁵, permitiendo investigar, reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo e identificando la fuente generadora de este, tomando como referencia que la operación tardará más que el tiempo estándar calculado.

El estudio del trabajo es usado generalmente para comparar la eficacia de varios métodos, repartir el trabajo de los equipos por medio de diagramas de actividades múltiples para asignar a cada operario una tarea que lleve el mismo tiempo y tener un proceso balanceado y además tener conocimiento de qué número de máquinas puede atender el operario.

Tiempo Estándar: “Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga, es decir que es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación”¹⁶.

Tiempo Normal: “La definición de tiempo normal se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstanciales inevitables”¹⁷.

El primer paso para desarrollar el estudio de tiempos consiste en verificar que los métodos establecidos estén acordes con la actividad y sean la mejor forma de desarrollar esta, además la medición del trabajo debe hacerse a un trabajador debidamente entrenado, con la destreza necesaria para ejecutar el trabajo y en condiciones de trabajo normales.

Posteriormente, se debe descomponer la tarea o el trabajo en elementos y delimitarlos, es decir, se debe definir un punto de inicio y un punto final, para medir lo que se demora la actividad en este lapso.

¹⁴ Diagrama Hombre – Máquina y de actividades múltiples [en línea]. Pbworks.com. [consultado julio de 2012]. Disponible en Internet: <http://organizacionymetodos.pbworks.com/f/13p+diagrama+bimanual+y+diag+hombre+maquina.pdf>

¹⁵ Ibid., p. 2.

¹⁶ Tiempo estándar [en línea]. Slideshare.net. [consultado julio de 2012]. Disponible en Internet: <http://slideshare.net/lauragil/tiempo-estandar>

¹⁷ Estudio de tiempos [en línea]. Monografias.com [consultado julio de 2012]. Disponible en internet: <http://monografias.com/trabajos27/estudio-tiempos/estudio-tiempos.shtml#tiemponormal>

A continuación se debe calcular el tamaño de muestra y número de ciclos recomendados, para lo cual se toma una muestra preliminar de acuerdo con la duración de la actividad y se consulta la tabla adoptada por la *General Electric* que se ha utilizado como una guía convencional, de general aceptación en la industria, para determinar el número de ciclos que se cronometrarán; la guía se basa en el número total de minutos por ciclo (Figura 2).

Figura 2. Imagen Número de ciclos de observación recomendados por GE (General Electric Company).

Tiempos en minutos	Tiempo de ciclo	Nº de ciclos
	0.10	200
	0.25	100
	0.50	60
	0.75	40
	1.00	30
	2.00	20
	4.00 a 5.00	15
	5.00 a 10.00	10
	10.00 a 20.00	8
	20.00 a 40.00	5
	Mas de 40.00	3

Fuente. OIT. Introducción al Estudio del Trabajo. 4 ed. Limusa Editores, 2000, p. 301.

Luego de obtener los tiempos observados se deben calcular los tiempos normales, para lo cual se multiplica el tiempo observado o cronometrado por el factor de valoración que hace referencia a la comparación del ritmo de trabajo del operario Vs. la idea de ritmo normal que ha interiorizado el analista. El ritmo normal corresponde a aquel que puede ser alcanzado por la mayoría de los trabajadores calificados y puede medirse en porcentaje.

Seguidamente se deben definir los suplementos, elementos que hacen referencia al tiempo que se concede aun operario para recuperar la fatiga, debido a las condiciones que tiene el puesto de trabajo y para atender sus necesidades personales. Para su consulta existen valores ya especificados como por ejemplo las tablas de suplementos que presenta el libro Introducción al Estudio del Trabajo, de la Organización Internacional del Trabajo. Para mayor profundidad se recomienda ver la Figura 3. Suplementos recomendados por la OIT.

Figura 3. Suplementos recomendados por la OIT.

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por necesidades personales	5	7	
B. Suplemento base por fatiga	4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4
B. Suplemento por postura anormal			45
Ligeramente incómoda	0	1	2
incómoda (inclinado)	2	3	100
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			
Peso levantado [kg]			
2,5	0	1	
5	1	2	
10	3	4	
25	9	20	
35,5	22	máx	
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
E. Condiciones atmosféricas			
Índice de enfriamiento Kata			
16	0		
8	10		
F. Concentración intensa			
Trabajos de cierta precisión		0	0
Trabajos precisos o fatigosos		2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		5	5
G. Ruido			
Continuo		0	0
Intermitente y fuerte		2	2
Intermitente y muy fuerte		5	5
Estridente y fuerte			
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo		1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		4	4
Muy complejo		8	8
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono		0	0
Trabajo bastante monótono		1	1
Trabajo muy monótono		4	4
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido		0	0
Trabajo bastante aburrido		2	1
Trabajo muy aburrido		5	2

Fuente: OIT. Introducción al Estudio del Trabajo. 4 ed. Limusa Editores, 2000.

El siguiente paso es determinar el tiempo estándar, elemento que se calcula sumando el tiempo normal con los suplementos, de esa forma encontramos el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y trabajando a un ritmo normal lleve a cabo su actividad de trabajo en las condiciones del entorno en el cual realiza su labor. El tiempo estándar es el resultado final del estudio del trabajo.

El procedimiento adecuado para realizar la medición del trabajo viene dado por una fase de selección, registro y examen del trabajo que va ser objeto de estudio; para posteriormente realizar una fase de medición, compilación y definición del tiempo para las actividades y métodos especificados. En la figura 4 se muestra el procedimiento de una forma más detallada:

Figura 4. Procedimiento adecuado para la medición del trabajo.

<input type="checkbox"/>	SELECCIONAR	el trabajo que va a ser objeto de estudio.
<input type="checkbox"/>	REGISTRAR	todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
<input type="checkbox"/>	EXAMINAR	los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
<input type="checkbox"/>	MEDIR	la cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
<input type="checkbox"/>	COMPILAR	el tiempo tipo de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
<input type="checkbox"/>	DEFINIR	con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ése será el tiempo tipo para las actividades y métodos especificados.

Fuente. OIT. Introducción al Estudio del Trabajo. 4 ed. Limusa Editores, 2000, p. 255.

Para desarrollar un buen estudio del trabajo se debe tener en cuenta conceptos claves presentados a continuación para facilitar el entendimiento del mismo:

Metodología: “Es aquella guía que se sigue a fin de realizar las acciones propias de una investigación, se trata de la guía que indica qué hacer y cómo actuar cuando se quiere obtener algún tipo de investigación; es el enfoque que permite observar un problema de una forma total, sistemática y con cierta disciplina”¹⁸.

La metodología es el modo de llevar a cabo la investigación. Esta contempla los supuestos y principios, y en primer término se interesa más por el proceso que por los resultados que pueda arrojar. En ella se refleja la estructura lógica del proceso de investigación para cumplir los objetivos, es decir, lleva a la consecución de estos.

En la investigación son muchas las metodologías que se pueden utilizar, sin embargo hay dos grandes grupos que incluyen a otras más específicas. La metodología cuantitativa que es aquella que permita la obtención de información a partir de la cuantificación de los datos sobre variables; mientras la cualitativa, evitando la cuantificación de los datos produce registros de los fenómenos investigados, es decir, los datos se obtienen por medio de la observación, entrevistas, entre otros.

Técnica: Las técnicas hacen parte de la metodología, y se define como aquellos procedimientos que se utilizan para llevar a cabo la metodología, por lo tanto, como es posible intuir, es uno de los muchos elementos que incluye. Es el conjunto de instrumentos y medios a través de los cuales se efectúa el método.

Método: “Hace referencia al camino para intentar lograr un fin. Método hace las veces de procedimiento o instrumento para conseguir los fines de la investigación”¹⁹.

El método es una manera ordenada y calculada para alcanzar un fin propuesto, en forma de proceso o camino sistemático establecido que brinde las herramientas necesarias para realizar una tarea o trabajo logrando alcanzar un fin previsto; cada paso y cada movimiento está relacionado con el fin y tiene su razón de ser.

¹⁸ Qué es una metodología [en línea]. Misrespuestas.com. [consultado Septiembre 28 de 2012]. Disponible en Internet: <http://www.misrespuestas.com/que-es-una-metodologia.html>

¹⁹ Metodología, método y técnica [en línea]. Sites.google.com. [consultado Septiembre 28 de 2012]. Disponible en Internet: <http://sites.google.com/sites/eltosdeciaytecnologia/clases/metodologia-metodo-y-tecnica>

La diferencia entre método y técnica es que el método es el conjunto de pasos y etapas que debe cumplir una investigación, mientras que técnica es el conjunto de instrumentos en el cual se efectúa el método.

7.1.4 Balanceo De Líneas. “El principal medio para producir grandes cantidades y a bajo costo se le reconoce como línea productiva”²⁰. La producción en línea es una disposición de áreas de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediatamente, con un flujo constante de material y donde el producto en proceso se mueve a un mismo ritmo a través de una serie de operaciones que permiten la actividad simultánea en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonadamente directo.

En los sistemas de producción en línea la tasa de producción esta limitada por el operario más lento (estación cuello de botella), ya que aunque las demás estaciones tengan mayor capacidad de producción, al ser un proceso en línea se estará limitando a la operación siguiente.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- **Cantidad:** El volumen de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de duración que tendrá la tarea
- **Equilibrio:** Los tiempos necesarios para cada operación en la línea deben ser aproximadamente iguales.
- **Continuidad:** “Una vez iniciada una línea de producción debe continuar, pues la detención de un punto corta la alimentación del resto de las operaciones. Esto significa que deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, entre otros”²¹.

Las líneas de producción son el elemento fundamental en muchos sistemas, “están compuestas por un conjunto finito de estaciones de trabajo, que tienen asignado un tiempo de proceso, y un conjunto de precedencias, que especifican el

²⁰ GARCIA CRIOLLO, Roberto., Estudio del Trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. México D.F.2005, p. 195.

²¹ Ibid., p. 196.

orden de proceso permitido de las tareas. Básicamente, el problema de equilibrado de líneas consiste en asignar las tareas a la secuencia ordenada de las estaciones, logrando que se satisfagan las relaciones de precedencia y se optimice una función objetivo, por ejemplo minimizar el número de estaciones”²².

El balanceo de línea es importante en la industria, debido a que con éste se puede hallar una combinación de tiempo de ciclo y número de estaciones de trabajo que determine un tiempo improductivo mínimo, también permite reducir los costos de mano de obra con la disminución de estaciones en la línea y además brinda herramientas para reducir al mínimo el tiempo de ciclo para una cantidad específica de estaciones de trabajo al equilibrar la línea; elementos que serían de gran ayuda en cualquier empresa para optimizar su proceso productivo y mejorar su productividad.

La clasificación de los problemas de equilibrado de líneas distingue dos tipos: el simple (SALBP - *simple assembly line balancing problem*) y el general (GALBP – *general assembly line balancing problem*). Los SALBPs (Figura 5.) incluyen los problemas menos complejos, en los que los parámetros de entrada son todos conocidos; caso contrario pasa con los GALBPs, dada su naturaleza combinatoria son problemas mucho más complejos y muy difíciles de resolver de forma óptima.

En el caso de problemas industriales, su resolución se complica debido al gran número de tareas que componen el proceso productivo y al gran número de restricciones presentes en los problemas reales. En el caso que ocupa este proyecto se puede decir que es un SALBP.

A continuación se presentan algunos conceptos claves del tema de balanceo de líneas que pueden ser útiles para el entendimiento del mismo:

Tarea: es una unidad de trabajo indivisible que tiene asociado un tiempo de proceso.

Relaciones de precedencia: “están definidas por las restricciones sobre el orden en el cual las operaciones pueden ser ejecutadas en la línea de montaje. De esta

²² BETANCOURT CAPACHO, Liliana., Generación de secuencias de montaje y equilibrado de líneas. Universidad Politécnica de Catalunya. España.2005, p. 5.

forma, una tarea no puede procesarse hasta que no se hayan procesado todas las que le preceden de forma inmediata”²³.

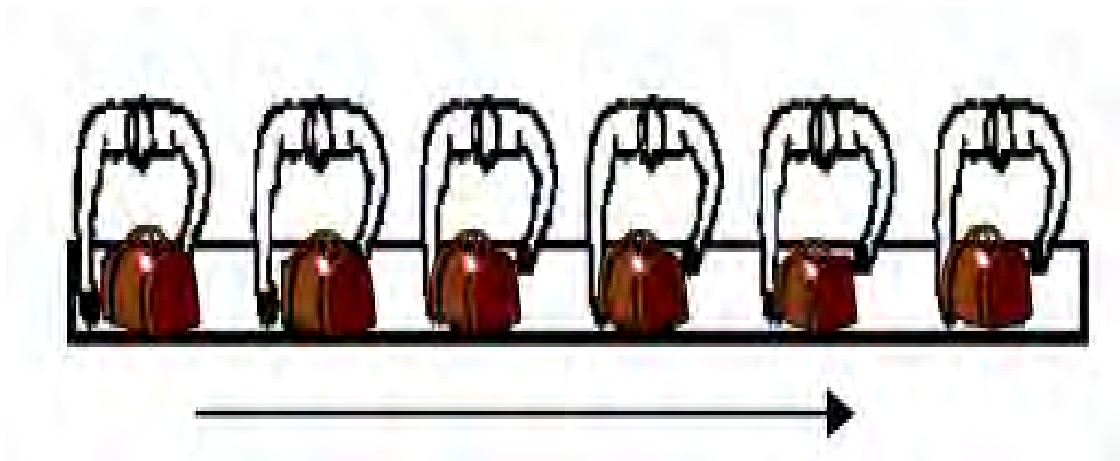
Estación: es la parte de la línea de montaje en donde se ejecutan las tareas; pueden estar compuestas por uno o varios operadores, cierto tipo de maquinaria y equipos o mecanismos de proceso especializados.

Carga de trabajo: es el conjunto de tareas asignadas a un operario.

Tiempo de cada estación: es la suma de los tiempos de todas las tareas asignadas a una estación.

Tiempo de estación inactivo: es la diferencia entre el tiempo ciclo y el tiempo de estación.

Figura 5. Línea de Montaje Simple



Fuente. BETANCOURT CAPACHO, Liliana., Generación de secuencias de montaje y equilibrado de líneas. Universidad Politécnica de Catalunya. España.2005.

²³ Ibid., p. 8.

8. METODOLOGÍA

El presente proyecto al tratarse de un estudio del trabajo cuyos objetivos trazados plantean implementar tres etapas de desarrollo, se clasifica en la primera etapa: identificación de la situación actual de las líneas productivas de la empresa, como un estudio de tipo descriptivo porque trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta; en la segunda etapa: medición del trabajo, se clasifica como una investigación cuantitativa de campo, obteniendo y analizando datos sobre las variables del proceso que brindaran información sólida, repetible y objetiva; y en la tercera etapa de balanceo de líneas, se clasifica como un estudio cuantitativo puesto que se apoya en las pruebas estadísticas tradicionales.

8.1 UNIVERSO Y MUESTRA

8.1.1 Universo: líneas de producción de la empresa CINSA Yumbo.

8.1.2 Muestra: líneas de adecuación de cilindros y cilindros nuevos.

8.2 PRIMERA ETAPA: IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN DE LAS LÍNEAS PRODUCTIVAS DE LA EMPRESA

La primera etapa de diagnóstico busca identificar las condiciones actuales de los procesos de las líneas de adecuación de cilindros y cilindros nuevos. Para lo cual se aplicara:

8.2.1 Tabla de descripción de actividades; contiene la descripción de la operación, las tareas que realiza el operario e identifica los recursos de la estación. Esta herramienta permitirá recolectar información con las diferentes personas involucradas en el proceso productivo y administrativo.

Así mismo se seguirá el siguiente protocolo para la toma de información:

- Reconocimiento e identificación de la planta.
- Recopilación de la información.
- Consolidado de la información.

Resultados Esperados:

27 Tablas de descripción de actividades, una en el cuerpo del documento y las 26 restantes en el ANEXO 1. TABLAS DE DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES.

8.3 SEGUNDA ETAPA. MEDICIÓN DEL TRABAJO

En la segunda etapa de la investigación se realizará la toma de tiempos y el cálculo del tiempo estándar, fase crucial del proyecto, debido a que en esta se organiza y se toma la información necesaria para estandarizar los procesos de producción, que es en primera instancia lo que se necesita para conocer la capacidad real de la planta objetivo general del estudio del trabajo desarrollado en CINSa.

La medición del trabajo se realizará mediante la toma de tiempos con cronometro, con las siguientes especificaciones:

- Escogiendo el mejor método posible para realizar la actividad.
- Verificar que el operario desarrolle la actividad como esta establecida en el método de trabajo.
- Un trabajador debidamente entrenado.
- En condiciones de trabajo normales.

Resultados Esperados:

Dos (2) tablas con los resultados obtenidos por la medición del trabajo, que constan de:

- T.C = Tiempo Cronometrado
- FV= Factor de valoración.
- T.N= Tiempo Normal.
- T.E= Tiempo Estándar.
- T.Ciclo= Tiempo de ciclo.
- PRODUCCIÓN= Meta para cada actividad.

8.4 TERCERA ETAPA: BALANCEO DE LÍNEAS

En esta etapa de análisis e interpretación de los resultados, se realizará el balanceo de línea, tomando las estaciones en las que se trabaja actualmente, el número de operarios con que se cuenta y los tiempos ya concebidos en la toma de tiempos con cronometro para cada actividad.

Resultados Esperados:

Dos (2) tablas con los resultados obtenidos en el balanceo de líneas, que constan de:

- Tiempo de ciclo.
- Producción.
- Tiempo Estándar.
- Tiempo Disponible.
- Trabajadores.
- Eficiencia Línea.

9. DESARROLLO DEL ESTUDIO DEL TRABAJO

9.1 ETAPA 1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LA EMPRESA

En la primera etapa de desarrollo del proyecto, se realizó el reconocimiento de la planta, logrando compilar, registrar y consignar toda la información pertinente de cada actividad, parte fundamental de la investigación ya que es el periodo en el cual el analista tiene el primer contacto con los operarios y el proceso productivo.

Al realizar el reconocimiento de la planta y el primer acercamiento con los operarios se tuvieron en cuenta varios aspectos tales como el compartir la información de lo que se pretende hacer con el estudio del trabajo, los beneficios que va tener tanto la empresa como ellos, ofreciéndoles una actitud receptiva a dudas, opiniones y sugerencias que puedan ser generadas por la investigación, ya que son de alguna manera ellos los que están mas involucrados en los procesos.

De igual forma, en la fase de reconocimiento e identificación de la planta se pudo observar que en la planta cada estación cuenta con un instructivo de trabajo, en el cual se especifica de forma clara cómo se debe desarrollar la actividad, cuales son las actividades que le corresponden al operario y además contiene imágenes e información pertinente de la operación que hace del documento una herramienta de ayuda y consulta constante para el trabajador; en otras palabras, cada actividad tiene un método de trabajo establecido y que a solicitud de la empresa no se debe modificar ya que debe seguir lo establecido por la planta matriz de la empresa Cinsa – Cúcuta, con base en las normas que la certificó; con la desventaja de no contar con el tiempo estándar de las actividades, que les permita evaluar si los resultados obtenidos (producción) están acordes a lo esperado.

También, se observó que el proceso productivo posee cuellos de botella que están limitando la producción, es decir, las líneas de producción no están balanceadas.

Se destaca que en la empresa los métodos que se llevan a cabo son los establecidos por la planta matriz, localizada en la ciudad de Cúcuta, razón por la cual siendo pasantía institucional la modalidad de este trabajo de grado, la empresa parte de que sus métodos están probados y por lo tanto no desea considerar cambios, lo anterior conlleva a que no se pueda hablar de método actual y método mejorado limitándose tan solo a la elaboración de diagramas que registran los métodos que se desarrollan. Para mayor profundidad se sugiere ver

los Diagramas 6, 7, 8 y 9 que permiten tener una visión más amplia de lo anteriormente mencionado.

Figura 6. Diagrama de Flujo de Proceso de la Línea de Adecuación de Cilindros

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LA LÍNEA DE ADECUACIÓN DE CILINDROS

Nombre del proceso: Adecuación de cilindros Pág. 1 de 2 págs.

Pieza: Cilindros para adecuación Diagrama 01

Se inicia en: En el área de inspección y clasificación de Cilindros 1

Se termina en: Almacenamiento de Productos Terminados

Hecho por: William Andrés Martínez Molina Fecha: Octubre de 2012







































































Línea de Adecuación de Cilindros	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Tiempo (minutos)
Inspección y Clasificación de Cilindros 1						0,95
Patinado Cilindros Clasificados						0,25
Registro y Toma de Seriales 1						0,42
Granallado 1						1,13
Inspección y Clasificación de Cilindros 2						0,95
Mantenimiento						2,21
Marcado 1						0,77
Normalizado						0,57
PH						1,14
Peso y Registro						0,37
Marcado 3						0,43
Granallado 2						0,78
Limpieza Superficial						0,52
Patinado Cilindros Limpios						0,41

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LA LÍNEA DE ADECUACIÓN DE CILINDROS

Nombre del proceso: Adecuación de cilindros

Pág. 2 de 2 págs.

Pieza: Cilindros para adecuación

Diagrama 01

Se inicia en: En el área de inspección y clasificación de Cilindros 1

Se termina en: Almacenamiento de Productos Terminados

Hecho por: William Andrés Martínez Molina

Fecha: Octubre de 2012







































Línea de Adecuación de Cilindros	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Tiempo (minutos)
Pintura	14					0,67
Patinado Cilindros pintados	15					0,32
Patinado Válvulado	16					0,31
Válvulado	17					0,55
Prueba Neumática	18					0,51
Registro y Toma de Seriales 2	19					0,35
Screen	20					1,12
Almacenamiento Producto Terminado						
Resumen						
Simbolo	Cantidad					
	20					
	1					
	0					
	0					
	1					

Figura 7. Diagrama de Flujo de Proceso de la Línea de Cilindros Nuevos.





















































DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LA LÍNEA DE CILINDROS NUEVOS Nombre del proceso: <u>Adecuación de cilindros</u> Pág. <u>1</u> de <u>2</u> págs. Pieza: <u>Cilindros nuevos</u> Diagrama <u>02</u> Se inicia en: <u>En la operación de Rolado</u> Se termina en: <u>Almacenamiento de Productos Terminados</u> Hecho por: <u>William Andrés Martínez Molina</u> Fecha: <u>Octubre de 2012</u>						
Línea de Adecuación de Cilindros	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Tiempo (minutos)
Rolado	01					0,46
Punteo	02					0,55
Soldadura Longitudinal	03					1,37
Ensamble	04					1,11
Soldadura Circular	05					0,91
Marcado 2	06					1,15
Normalizado	07					0,57
PH	08					1,14
Peso y Registro	09					0,37
Marcado 3	10					0,43
Granallado 2	11					0,78
Limpieza Superficial	12					0,52
Patinado Cilindros Limpios	13					0,41

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE LA LÍNEA DE CILINDROS NUEVOS

Nombre del proceso: Adecuación de cilindros

Pág. 2_ de 2_ págs.

Pieza: Cilindros nuevos

Diagrama 02

Se inicia en: En la operación de Rolado

Se termina en: Almacenamiento de Productos Terminados

Hecho por: William Andrés Martínez Molina

Fecha: Octubre de 2012














































Línea de Adecuación de Cilindros	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Tiempo (minutos)
Pintura						0,67
Patinado Cilindros pintados						0,32
Patinado Válvulado						0,31
Válvulado						0,55
Prueba Neumática						0,51
Registro y Toma de Seriales						0,35
Screen						1,12
Almacenamiento Producto Terminado						
Resumen						
Simbolo	Cantidad					
	20					
	1					
	0					
	0					
	1					

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO DE LA LÍNEA DE ADECUACIÓN DE CILINDROS

Nombre del proceso: Adecuación de cilindros Pág. 1 de 2 págs.
 Pieza: Cilindros para adecuación Diagrama 03
 Se inicia en: En el área de inspección y clasificación de Cilindros 1
 Se termina en: Screen
 Hecho por: William Andrés Martínez Molina Fecha: Octubre de 2012

Cilindros para adecuación
 Capacidad 15 kg.
 Acero JIS_G 3116

```

graph TD
  Start(( )) --> N01_1[01]
  N01_1 --> N01_2((01))
  N01_2 --> N02((02))
  N02 --> N03((03))
  N03 --> N02_2[02]
  N02_2 --> N05((05))
  N05 --> N06((06))
  N06 --> N07((07))
  N07 --> N08((08))
  N08 --> N09((09))
  N09 --> N10((10))
  N10 --> End((A))
  
```

Duración	Identificador	Operación
(0,95)*	01	Inspección y clasificación de cilindros 1
(0,25)	01	Patinado de cilindros clasificados
(0,42)	02	Registro y Toma de seriales 1
(1,13)	03	Granallado 1
(0,95)	02	Inspección y Calcificación de cilindros 2
(2,21)	05	Mantenimiento
(0,77)	06	Marcado 1
(0,57)	07	Normalizado
(1,14)	08	PH
(0,37)	09	Peso y Registro
(0,43)	10	Marcado 3

A

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO DE LA LÍNEA DE ADECUACIÓN DE CILINDROS

Nombre del proceso: Adecuación de cilindros

Pág. 2 de 2 págs.

Pieza: Cilindros para adecuación

Diagrama 03

Se inicia en: En el área de inspección y clasificación de Cilindros 1

Se termina en: Screen

Hecho por: William Andrés Martínez Molina

Fecha: Octubre de 2012



*(Tiempo Estándar en minutos)

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO DE LA LÍNEA DE CILINDROS NUEVOS

Nombre del proceso: Cilindros nuevos

Pág. 1 de 2 págs.

Pieza: Cilindros nuevos

Diagrama 04

Se inicia en: Rolado

Se termina en: Screen

Hecho por: William Andrés Martínez Molina

Fecha: Octubre de 2012

```

graph TD
    FB[Fondo Base  
Acero JIS_G 3116] --> J1(( ))
    TP[Tapa Protectora  
Acero JIS_G 3116] --> J1
    L[Lámina  
2,2 mm de grosor  
Acero JIS_G 3116] --> J1
    J1 --> S01((01))
    S01 --> S02((02))
    S02 --> S03((03))
    S03 --> S04((04))
    S04 --> S05((05))
    S05 --> S06((06))
    S06 --> S07((07))
    S07 --> S08((08))
    S08 --> S09((09))
    S09 --> S10((10))
    S10 --> S11((11))
    S11 --> A((A))
  
```

Fondo Base
Acero JIS_G 3116

Tapa Protectora
Acero JIS_G 3116

Lámina
2,2 mm de grosor
Acero JIS_G 3116

(0,46)* 01 Rolado

(0,55) 02 Punteo

(1,37) 03 Soldadura Longitudinal

(1,11) 04 Ensamble

(0,80) 05 Soldadura Circular

(1,15) 06 Marcado 2

(0,57) 07 Normalizado

(1,14) 08 PH

(0,37) 09 Peso y Registro

(0,43) 10 Marcado 3

(0,78) 11 Granallado 2

A

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO DE LA LÍNEA DE CILINDROS NUEVOS

Nombre del proceso: Cilindros nuevos

Pieza: Cilindros nuevos

Se inicia en: Rolado

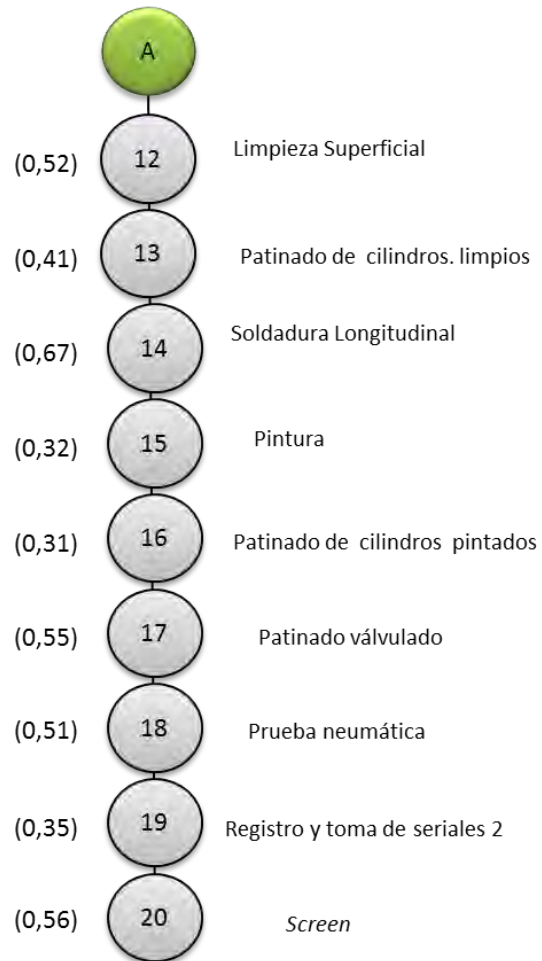
Se termina en: Screen

Hecho por: William Andrés Martínez Molina

Pág. 2 de 2 págs.

Diagrama 04

Fecha: Octubre de 2012



*(Tiempo Estándar en minutos)

Del mismo modo, se pudo analizar que las actividades son indivisibles teniendo en cuenta lo que realmente se quiere con el estudio y debido a que para ser llevadas a cabo se requiere de un solo trabajador, y su tiempo de duración es relativamente corto, que siguiendo el libro de la OIT y sus recomendaciones nos dice: “los elementos deberán ser todo lo más breves posible, con tal que un analista experto pueda aun cronometrarlos cómodamente”²⁴ no es conveniente tomar tiempo de actividades tan cortas ya que producen mucho margen de error y por eso es preferible que la actividad sea compacta pensando en el resultado esperado con el proyecto.

Nota: Es importante recalcar que los datos y demás información se obtuvieron para dos capacidades de cilindros solamente (línea de nuevos capacidad 18 Kg, línea de mantenimiento capacidad 15 Kg), debido a que son los de mayor demanda y los que la planta estaba produciendo en ese momento.

A continuación se presenta la información que se identificó, compiló, registró y consignó luego de la primera fase del proyecto, para cada una de las actividades, algunas de las cuales se repiten en las dos líneas de producción mencionadas:

Cuadro 1. Inspección y clasificación 1

INSPECCIÓN Y CLASIFICACIÓN 1	
Descripción	Actividades
Es una actividad en la que el operario toma el cilindro y lo inspecciona para de esta forma clasificarlo (si es posible), de acuerdo al mantenimiento a realizar.	Tomar cilindro. Inspeccionar el cilindro. Clasificar el cilindro de acuerdo a su estado actual. Marcar el cilindro con marcador industrial, escribiendo el tipo de mantenimiento a realizar. Ubicar el cilindro en la zona para la siguiente actividad.

Nota: Para mayor profundidad en el **ANEXO A. CUADROS DE DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**, se presenta la descripción de la totalidad de las actividades.

²⁴ OIT. Introducción al Estudio del trabajo. 4 ed. Limusa Editores, 2000, p. 298.

9.2 ETAPA 2. MEDICIÓN DEL TRABAJO.

En la segunda etapa de la investigación se procedió a realizar la toma de tiempos y el cálculo del tiempo estándar, fase crucial del proyecto, debido a que en esta se organiza y se toma la información necesaria para estandarizar los procesos de producción, que es en primera instancia lo que se necesita para conocer la capacidad real de la planta objetivo general del estudio del trabajo desarrollado en CINSA.

Para darle respuesta a nuestro objetivo general y superada la primera etapa, se procedió a desarrollar la fase de medición del trabajo, coincidiendo en que los métodos actuales son los mejores métodos establecidos para llevar a cabo cada actividad, se aplicó la toma de tiempos con cronometro como método de medición del trabajo. Para esto se siguieron siete (7) pasos explicados a continuación:

9.2.1 Selección del trabajo: Luego de tener el método establecido y los elementos a cronometrar se debe comprobar la manera como el operario realiza la actividad, para verificar que está trabajando como se estableció cuando se fijó el método.

9.2.2 Examinar los trabajadores: La medición del trabajo debe hacerse a un trabajador debidamente entrenado, con la destreza necesaria para ejecutar el trabajo y en condiciones de trabajo normales.

9.2.3 Descomponer la tarea o el trabajo en elementos y delimitarlos: Como ya se había mencionado anteriormente las actividades son indivisibles, su tiempo de duración es relativamente corto y que siguiendo el libro de la OIT y sus recomendaciones se plantea en estos casos tomar las actividades compactas como un solo elemento para disminuir el margen de error en la toma de tiempos con cronometro. A continuación se presenta la delimitación de la primera operación del procesos productivo:

Inspección y Clasificación 1: Es una operación indivisible, se tomará el tiempo desde que el operario manipula el cilindro sin clasificar hasta que lo clasifica y lo ubica en la zona para la siguiente actividad.

Nota: Para mayor profundidad en el **ANEXO B. DELIMITACIÓN DE ELEMENTOS**, se presenta el momento de inicio y finalización de cada una de las actividades.

9.2.4 Tamaño de muestra y número de ciclos recomendados: Para todas las actividades se tomó en primera instancia una muestra de 10 ciclos para de esa forma obtener un promedio, posteriormente tomar como referencia la tabla adoptada por la *General Electric* que se ha utilizado como una guía convencional, de general aceptación en la industria, para determinar el numero de ciclos que se cronometrarán.

Nota: Para mayor profundidad en el **CD ANEXO AL TRABAJO** (archivo Excel, "MEDICIÓN DEL TRABAJO"), se presenta la totalidad de observaciones realizadas para cada una de las actividades.

Cuadro 2. Tiempo Cronometrado Ciclos Recomendados.

ACTIVIDAD	PROMEDIO MUESTRA (minutos)	NUMERO DE CICLOS RECOMENDADOS	TIEMPO CRONOMETRADO (minutos)
Inspección y clasificación de cilindros 1.	0,75	40	0,75
Granallado 1	0,94	10	0,94
Inspección y clasificación de cilindros 2.	0,71	44	0,78
Mantenimiento	1,77	19	1,77
Marcado 1	0,63	52	0,63
Rolado	0,41	75	0,4
Punteo	0,45	34	0,45
Longitudinal	1,15	20	1,15
Ensamble	0,9	30	0,93
Circular	0,73	40	0,71
Marcado 2	0,9	47	0,89
Normalizado	0,44	10	0,44
PH	0,9	10	0,9
Peso y Registro	0,35	84	0,31
Marcado 3	0,33	87	0,33
Granallado 2	0,64	15	0,64
Limpieza Superficial	0,45	68	0,43
Patinado cilindros limpios	0,34	86	0,34
Pintura	0,53	58	0,53
Patinado Cilindros Pintados	0,25	60	0,25
Patinado Válvulado	0,26	98	0,26
Válvulado	0,45	68	0,44
Prueba Neumática	0,41	74	0,41
Registro y Toma de seriales	0,29	56	0,27
Screen	0,91	66	0,46

9.2.5 Convertir los tiempos observados, en tiempos normales. Para el caso de CINSA-Yumbo, el factor de valoración asignado a los operarios que fueron cronometrados se estableció en el 100% con base en lo afirmado por Niebel y Freivalds²⁵, quienes recomiendan que “siempre que se disponga de mas de un operario para el estudio, el analista debe seleccionar al que tenga mas experiencia en el trabajo, con reputación de ser receptivo a la práctica del estudio de tiempos y desempeñarse consistentemente a un ritmo cercano o un poco mejor que el estándar. Mientras más se acerque el desempeño del operario al ritmo normal, mas fácil será calificarlo.” De igual forma la OIT²⁶, recomienda hacer la valoración del trabajo de forma global, afirmando que “el ritmo de cada elemento deberá valorarse durante la ejecución del trabajo, antes de registrar el tiempo y sin tener en cuenta los elementos anteriores. Tampoco se contará el aspecto fatiga, ya que el suplemento para recuperar fuerzas se evaluará después por separado. “Por las anteriores razones conjuntamente con el jefe de producción y el administrador de la planta fueron seleccionados los operarios a quienes se considero que su ritmo de trabajo era aproximadamente igual al ritmo normal.

9.2.6 Determinar los suplementos. Los suplementos fueron determinados en base a la tabla de suplementos de la OIT que tiene un porcentaje para cada elemento que pueda afectar la productividad del operario a tener en cuenta al realizar el estudio.

Nota: Para mayor profundidad en el **CD ANEXO AL TRABAJO** (archivo Excel, “MEDICIÓN DEL TRABAJO”), se presenta la tabla con la asignación de los suplementos para cada una de las actividades.

9.2.7 Determinar el tiempo estándar y tiempo de ciclo. Para el caso de CINSA el tiempo estándar y tiempo de ciclo son iguales en la mayoría de las actividades debido a que estas son realizadas por un operario y este procesa una sola unidad por ciclo. De igual forma el tiempo de ciclo se puede determinar con la ecuación 1.

En las líneas de producción, generalmente los tiempos improductivos se generan por deficientes balanceos cuando la suma de los tiempos de las operaciones asignadas a cada uno de los operarios es inferior a los tiempos de ciclo.

²⁵ NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial, Métodos estándares y diseño del trabajo. Duodécima Edición, p 363.

²⁶ OIT. Introducción al Estudio del trabajo. 4 ed. Limusa Editores, 2000, p. 320.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{Tiempo estándar}}{\text{Numero de puestos trabajando en paralelo}}$$

[Ecuación 1].

Cuadro 3. Resultados Linea de cilindros nuevos (capacidad 18 Kg).

ACTIVIDAD	T.C	FV	T.N	SUPLEMENTOS	T.E	T.Ciclo	PRODUCCIÓN
Rolado	0,40	1,00	0,40	0,17	0,46	0,46	1038
Punteo	0,45	1,00	0,45	0,22	0,55	0,55	871
Soldadura Longitudinal	1,15	1,00	1,15	0,19	1,37	1,37	350
Ensamble	0,93	1,00	0,93	0,19	1,11	1,11	433
Soldadura Circular	0,71	1,00	0,71	0,28	0,91	0,91	527
Marcado 2	0,89	1,00	0,89	0,30	1,15	1,15	416
Normalizado	0,44	1,00	0,44	0,32	0,57	0,57	835
PH	0,90	1,00	0,90	0,27	1,14	0,57	840
Peso y Registro	0,31	1,00	0,31	0,22	0,37	0,37	1283
Marcado 3	0,33	1,00	0,33	0,28	0,43	0,43	1122
Granallado 2	0,64	1,00	0,64	0,23	0,78	0,39	1226
Limpieza Superficial	0,43	1,00	0,43	0,21	0,52	0,52	918
Patinado Cilindros Limpios	0,34	1,00	0,34	0,20	0,41	0,41	1161
Pintura	0,53	1,00	0,53	0,25	0,67	0,33	1443
Patinado Cilindros pintados	0,25	1,00	0,25	0,27	0,32	0,16	2990
Patinado Válvulado	0,26	1,00	0,26	0,18	0,31	0,31	1548
Válvulado	0,44	1,00	0,44	0,25	0,55	0,55	873
Prueba Neumática	0,41	1,00	0,41	0,22	0,51	0,51	949
Registro y Toma de Seriales	0,29	1,00	0,29	0,22	0,35	0,35	1364
Screen	0,91	1,00	0,91	0,22	1,12	0,56	860

T.C = Tiempo Cronometrado

FV= Factor de valoración.

T.N= Tiempo Normal. (T.N = T.C x FV)

T.E=Tiempo Estándar. (T.E = T.N + (T.N x Suplementos))

T.Ciclo= Tiempo de ciclo. (T.Ciclo= T.E/ Numero de puestos trabajando en paralelo)

PRODUCCIÓN= Meta para cada actividad. (PRODUCCIÓN =Tiempo Disponible/T.Ciclo)

Tiempo Disponible = 480 minutos (tiempo disponible por día)

Cuadro 4. Cuadro de resultados cilindros mantenimiento (capacidad 15 Kg).

ACTIVIDAD	T.C	FV	T.N	SUPLEMENTOS (1)	T.E	T.Ciclo	PRODUCCIÓN
Inspección y Clasificación de Cilindros 1	0,75	1,00	0,75	0,26	0,95	0,95	508
Patinado Cilindros Clasificados	0,21	1,00	0,21	0,22	0,25	0,25	1894
Registro y Toma de Seriales 1	0,34	1,00	0,34	0,22	0,42	0,42	1143
Granallado 1	0,94	1,00	0,94	0,20	1,13	1,13	425
Inspección y Clasificación de Cilindros 2	0,78	1,00	0,78	0,23	0,95	0,95	504
Mantenimiento	1,77	1,00	1,77	0,25	2,21	0,74	651
Marcado 1	0,63	1,00	0,63	0,23	0,77	0,77	622
Normalizado	0,44	1,00	0,44	0,32	0,57	0,57	835
PH	0,90	1,00	0,90	0,27	1,14	0,57	840
Peso y Registro	0,31	1,00	0,31	0,22	0,37	0,37	1283
Marcado 3	0,33	1,00	0,33	0,28	0,43	0,43	1122
Granallado 2	0,64	1,00	0,64	0,23	0,78	0,39	1226
Limpieza Superficial	0,43	1,00	0,43	0,21	0,52	0,52	918
Patinado Cilindros Limpios	0,34	1,00	0,34	0,20	0,41	0,41	1161
Pintura	0,53	1,00	0,53	0,25	0,67	0,33	1443
Patinado Cilindros pintados	0,25	1,00	0,25	0,27	0,32	0,16	2990
Patinado Válvulado	0,26	1,00	0,26	0,18	0,31	0,31	1548
Válvulado	0,44	1,00	0,44	0,25	0,55	0,55	873
Prueba Neumática	0,41	1,00	0,41	0,22	0,51	0,51	949
Registro y Toma de Seriales 2	0,29	1,00	0,29	0,22	0,35	0,35	1364
Screen	0,91	1,00	0,91	0,22	1,12	0,56	860

(1), Para mayor profundidad en el **CD ANEXO AL TRABAJO** (archivo Excel, “MEDICIÓN DEL TRABAJO”) se presenta la tabla con la asignación de los suplementos para cada una de las actividades

T.C = Tiempo Cronometrado

FV= Factor de valoración.

T.N= Tiempo Normal. ($T.N = T.C \times FV$)

T.E= Tiempo Estándar. ($T.E = T.N + (T.N \times \text{Suplementos})$)

T.Ciclo= Tiempo de ciclo. ($T.Ciclo = T.E / \text{Numero de puestos trabajando en paralelo}$)

PRODUCCIÓN= Meta para cada actividad. ($PRODUCCIÓN = \text{Tiempo Disponible} / T.Ciclo$)

Tiempo Disponible = 480 minutos (tiempo disponible por día)

9.3 ETAPA 3. BALANCEO DE LÍNEAS

La idea fundamental de una línea productiva es que un producto se arma progresivamente a medida que es transportado, pasando por estaciones de trabajo relativamente fijas, siendo cada una de estas indispensable para su finalización. Agregando a lo anterior, cada estación de trabajo tiene un tiempo de ejecución que al ser diferente en la mayoría de los casos, ocasionan cuellos de botella o demoras que afectan la productividad de las empresas.

Si los tiempos productivos que se requieren en todas las estaciones de trabajo fuesen iguales, no existirían tiempos muertos, y la línea estaría perfectamente equilibrada. El problema de diseño para encontrar las formas de igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones es a lo que se llama balanceo de línea. El balanceo de línea es de gran importancia en la industria, debido a que con este se puede hallar una combinación de tiempo de ciclo y número de estaciones de trabajo que determine un tiempo improductivo mínimo y además brinda herramientas para reducir al mínimo el tiempo de ciclo para una cantidad específica de estaciones de trabajo al equilibrar la línea; elementos que serían de gran ayuda en cualquier empresa para optimizar su proceso productivo y mejorar su productividad.

Teniendo en cuenta lo anterior, se aplicó el balanceo de líneas en la empresa CINSA-Yumbo, con el cual se pudieron identificar los cuellos de botella que están limitando la producción y además se obtuvo información que permite al analista hacer un estudio más profundo de la situación actual, para de esta forma encontrar y brindar las posibles soluciones al desbalanceo que se tiene en las líneas productivas.

En el proceso de balanceo las líneas no se consideraron los costos por cuanto en una línea de producción independientemente de la cantidad de artículos finales que salgan de la línea, el costo de producción para cada uno de los artículos es el mismo. El costo de producción de cada artículo debe determinarse con base en los tiempos estándar de producción y estará a cargo del departamento de costos de la empresa, por tanto no será objeto del presente estudio. La cantidad de artículos finales con la cual se balancea una línea de producción no es permanente en el tiempo, debido a que si fuera necesario aumentar o disminuir la producción el balanceo debe de cambiar; de lo anterior se concluye que la producción para la cual se requiere balancear la línea depende de la demanda y el nivel de inventarios del producto conllevando esto a que con frecuencia en las empresas se deban rebalancear las líneas de producción.

9.3.1 Balanceo Línea de Cilindros Nuevos (Capacidad 18 Kg). Para la línea de cilindros nuevos se realizó el balanceo de línea, tomando las 20 estaciones en las que se trabaja actualmente, el número de operarios con que se cuenta y los tiempos ya concebidos en la toma de tiempos con cronometro para cada actividad; dados en el Cuadro 4. Línea de cilindros nuevos (capacidad 18 Kg) actual.

Nota: Para calcular el numero de operarios en cada línea y debido a que estas son paralelas hasta antes de la estación de normalizado, se realizo una frecuencia teniendo en cuenta la producción (que es lo más recomendado y el dato mas aproximado) para encontrar que porcentaje de los operarios se necesitan para cada línea y sumando luego las estaciones que trabajan paralelas en cada línea.

Estaciones combinadas= Estaciones en las que se realizan actividades tanto para la línea de cilindros nuevos, como para la línea de mantenimiento de cilindros.

Numero de operarios que trabajan en estaciones combinadas= 19

Producción Actual = (350 cilindros nuevos + 425 cilindros mantenimiento) = 775 cilindros.

Frecuencia Cilindros nuevos = $350 / 775 = 0,45$

Numero de operarios que hacen parte de la línea de cilindros nuevos, trabajando en estaciones combinadas = $19 * 0,45 = 8,56 = 9$ operarios

Numero de operarios que desarrollan actividades solamente para cilindros nuevos= 6 operarios

Trabajadores para la línea de cilindros nuevos= (Numero de operarios que hacen parte de la línea de cilindros nuevos, trabajando en estaciones combinadas) + (Numero de operarios que desarrollan actividades solamente para cilindros nuevos)

Numero de operarios para la línea de cilindros nuevos = $9 + 6 = 15$ operarios.

Cuadro 5. Línea de cilindros nuevos (capacidad 18 Kg) actual.

Estación	Operación	Tiempo (minutos)		Número	Tiempo
		Operación	Acumulado	Trabajadores	Estación
1	Rolado	0,46	0,46	1	0,46
2	Punteo	0,55	0,55	1	0,55
3	Longitudinal	1,37	1,37	1	1,37
4	Ensamble	1,11	1,11	1	1,11
5	Circular	0,91	0,91	1	0,91
6	Marcado 2	1,15	1,15	1	1,15
7	Normalizado	0,57	0,57	1	0,57
8	PH	1,14	1,14	2	0,57
9	Peso y R.	0,37	0,37	1	0,37
10	Marcado 3	0,43	0,43	1	0,43
11	Granallado 2	0,78	0,78	2	0,39
12	Limpieza	0,52	0,52	1	0,52
13	Patinado CL	0,41	0,41	1	0,41
14	Pintura	0,67	0,67	2	0,335
15	Patinado CP	0,32	0,32	2	0,16
16	Patinado V.	0,31	0,31	1	0,31
17	Válvulado	0,55	0,55	1	0,55
18	PN	0,51	0,51	1	0,51
19	RyT Seriales 2	0,35	0,35	1	0,35
20	Screen	1,12	1,12	2	0,56

Tiempo de ciclo (minutos)	1,37
Producción (número de cilindros)	350
Tiempo Estandar (minutos)	13,6
Tiempo Disponible (minutos)	480
Trabajadores	15
Eficiencia Línea (%)	66,18

Tiempo de ciclo= Estación cuello de botella, la estación de mayor duración (tiempo)

Producción= Tiempo Disponible/Tiempo de ciclo

Tiempo estándar= Sumatoria de los tiempos acumulados de cada estación.

Trabajadores= (Numero de operarios que hacen parte de la línea de cilindros nuevos, trabajando en estaciones combinadas) + (Numero de operarios que desarrollan actividades solamente para cilindros nuevos)

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{(\text{producción})(\text{Tiempo estándar})}{(\text{Trabajadores})(\text{Tiempo disponible})} \times 100$$

* Se considero un factor de valoración del 100%

Como se puede observar en el Cuadro 4. Línea de cilindros nuevos (capacidad 18 Kg) actual. La línea de cilindros nuevos esta desequilibrada, ya que la longitudinal (estación 3), tiene un tiempo de 1,37 minutos; diferencia significativa que esta generando un cuello de botella y por ende limitando la producción, además las estaciones ensamble (estación 4), circular (estación 5) y marcado 2 (estación 6); se deben tener en cuenta también, debido a que estas de igual forma tienen un tiempo de duración alto comparado con otras estaciones.

En el Cuadro 6. Línea de cilindros nuevos (capacidad 18 Kg) Balanceada. Se presentan algunos cambios en las estaciones que presentan mayor tiempo de ejecución y que están limitando la producción, estos cambios consistirían en poner otra estación igual para que trabaje en paralelo o trabajar dos turnos en estas estaciones, ya que teniendo en cuenta la ecuación 1 de esta forma podría disminuir el tiempo de ciclo y por ende aumentar la productividad y eficiencia de la línea.

Cuadro 6. Línea de cilindros nuevos (capacidad 18 Kg) Balanceada.

Estación	Operación	Tiempo (minutos)		Número	Tiempo
		Operación	Acumulado	Trabajadores	Estación
1	Rolado	0,46	0,46	1	0,46
2	Punteo	0,55	0,55	1	0,55
3	Longitudinal	1,37	1,37	2	0,69
4	Ensamble	1,11	1,11	2	0,56
5	Circular	0,91	0,91	2	0,46
6	Marcado 2	1,15	1,15	2	0,58
7	Normalizado	0,57	0,57	2	0,29
8	PH	1,14	1,14	2	0,57
9	Peso y R.	0,37	0,37	1	0,37
10	Marcado 3	0,43	0,43	1	0,43
11	Granallado 2	0,78	0,78	2	0,39
12	Limpieza	0,52	0,52	1	0,52
13	Patinado CL	0,41	0,41	1	0,41
14	Pintura	0,67	0,67	2	0,34
15	Patinado CP	0,32	0,32	2	0,16
16	Patinado V.	0,31	0,31	1	0,31
17	Válvulado	0,55	0,55	1	0,55
18	PN	0,51	0,51	1	0,51
19	RyT Seriales 2	0,35	0,35	1	0,35
20	Screen	1,12	1,12	2	0,56

**Cuadro 6 (continuación). Línea de cilindros nuevos (capacidad 18 Kg)
Balanceada.**

Tiempo de ciclo (minutos)	0,69
Producción (número de cilindros)	701
Tiempo Estandar (minutos)	13,6
Tiempo Disponible (minutos)	480
Trabajadores	20
Eficiencia Línea (%)	99,27

* Se considero un factor de valoración del 100%

Como se puede observar en el Cuadro 5. Línea de cilindros nuevos balanceada, la línea de cilindros nuevos quedaría más equilibrada, ya que trabajando dos turnos o colocando otra estación similar en cada una de estas a trabajar en paralelo, la producción con un tiempo disponible de 480 minutos, aumentaría de 350 cilindros a 701 cilindros y la eficiencia de la línea pasaría de 66,11% a 99,31% mejorando en un alto grado la situación que se tenía actualmente.

Lo anterior encuentra respuesta a la inquietud manifestada por la empresa, en el sentido de que en la planta de fabricación de cilindros de Mosquera, con 5 personas más que las disponibles en la planta de Yumbo, con un tiempo disponible de 13440 minutos al mes, se producían 18000 cilindros nuevos (Cuadro 6. Producción agencias de Cinsa); atendiendo el balanceo recomendado en el presente estudio, se corroboró que la diferencia en las cantidades producidas no se debe a ineficiencias de la planta de Yumbo, si no a un problema de equilibrado de líneas que puede ser fácilmente corregido.

Con relación a si el nuevo balanceo corresponde o no a la demanda de cilindros del área de influencia de la planta, debe mencionarse que esta planta no fabrica solamente para atender la demanda local, si no para soportar los picos de demanda que se sucede en las áreas de influencia de las plantas de Mosquera y Cúcuta las cuales son muchos mayores.

Cuadro 7. Producción agencias de CINSA.

AGENCIA CINSA	PRODUCCIÓN CILINDROS NUEVOS	TIEMPO DISPONIBLE (minutos)
Cúcuta	30000	13440
Mosquera	18000	13440
Yumbo	9800	13440

Nota: Aunque la estación de normalizado no posee un tiempo de ejecución para ser considera cuello de botella, se considera como tal, debido a que tiene una limitante que es el espacio de almacenamiento, al igual que las estaciones longitudinal, ensamble, circular y marcado 2; ya que no se podría almacenar el producto en proceso; se plantea trabajar doble turno hasta antes de la prueba hidrostática (estación 7) que es la estación en la que se tiene una zona de enfriamiento y posee mayor espacio para almacenamiento.

9.3.2 Balanceo Línea de Cilindros Mantenimiento (Capacidad 15 Kg). Para la línea de cilindros Mantenimiento se realizó el balanceo de línea, tomando las 20 estaciones en las que se trabaja actualmente, el número de operarios con que se cuenta y los tiempos ya concebidos en la toma de tiempos con cronometro para cada actividad; dados en el Cuadro 7. Línea de cilindros Mantenimiento (capacidad 15 Kg) actual.

Nota: Para calcular el numero de operarios en cada línea y debido a que estas son paralelas hasta antes de la estación de normalizado, se realizo una frecuencia teniendo en cuenta la producción (que es lo más recomendado y el dato mas aproximado) para encontrar que porcentaje de los operarios se necesitan para cada línea y sumando luego las estaciones que trabajan paralelas en cada línea.

Estaciones combinadas= Estaciones en las que la actividad se llevan a cabo tanto para cilindros nuevos, como para cilindros de mantenimiento.

Numero de operarios que trabajan en estaciones combinadas= 19

Producción Actual = (350 cilindros nuevos + 425 cilindros mantenimiento) = 775 cilindros

Frecuencia Cilindros mantenimiento = $425 / 775 = 0,55$

Numero de operarios que hacen parte de la línea de cilindros mantenimiento, trabajando en estaciones combinadas = $19 \times 0,55 = 10,45 = 10$ operarios

Numero de operarios que desarrollan actividades solamente para cilindros mantenimiento= 9 operarios

Trabajadores para la línea de cilindros mantenimiento= (Numero de operarios que hacen parte de la línea de cilindros mantenimiento, trabajando en estaciones combinadas) + (Numero de operarios que desarrollan actividades solamente para cilindros nuevos)

Numero de operarios para la línea de cilindros nuevos = $10 + 9 = 19$ operarios.

Cuadro 7. Línea de cilindros Mantenimiento (capacidad 15 Kg) actual.

Estación	Operación	Tiempo (minutos)		Número Trabajadores	Tiempo Estación
		Operación	Acumulado		
1	Clasificación 1	0,95	0,95	1	0,95
2	Patinado Cilindros Clasificados	0,25	0,25	1	0,25
3	Registro y Toma de Seriales 1	0,42	0,42	1	0,42
4	Granallado 1	1,13	1,13	1	1,13
5	Clasificación 2	0,95	0,95	1	0,95
6	Mantenimiento	2,21	2,21	3	0,74
7	Marcado 1	0,77	0,77	1	0,77
8	Normalizado	0,57	0,57	1	0,57
9	PH	1,14	1,14	2	0,57
10	Peso y R.	0,37	0,37	1	0,37
11	Marcado 3	0,43	0,43	1	0,43
12	Granallado 2	0,78	0,78	2	0,39
13	Limpieza	0,52	0,52	1	0,52
14	Patinado CL	0,41	0,41	1	0,41
15	Pintura	0,67	0,67	2	0,34
16	Patinado CP	0,32	0,32	2	0,16
17	Patinado V.	0,31	0,31	1	0,31
18	Válvulado	0,55	0,55	1	0,55
19	PN	0,51	0,51	1	0,51
20	RyT Seriales 2	0,35	0,35	1	0,35
21	Screen	1,12	1,12	2	0,56

Cuadro 7 (continuación). Línea de cilindros Mantenimiento (capacidad 15 Kg) actual.

Tiempo de ciclo (minutos)	1,13
Producción (número de cilindros)	425
Tiempo Estandar (minutos)	14,73
Tiempo Disponible (minutos)	480
Trabajadores	19
Eficiencia Línea (%)	68,61

Tiempo de ciclo= Estación cuello de botella, la estación de mayor duración (tiempo)

Producción= Tiempo Disponible/Tiempo de ciclo

Tiempo estándar= Sumatoria de los tiempos acumulados de cada estación.

Trabajadores= (Numero de operarios que hacen parte de la línea de cilindros mantenimiento, trabajando en estaciones combinadas) + (Numero de operarios que desarrollan actividades solamente para cilindros mantenimiento)

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{(\text{producción})(\text{Tiempo estándar})}{(\text{Trabajadores})(\text{Tiempo disponible})} \times 100$$

* Se considero un factor de valoración del 100%

Como se puede observar en el Cuadro 7. Línea de cilindros Mantenimiento (capacidad 15 Kg) actual. La línea de cilindros mantenimiento esta desequilibrada, ya que la estación granallado 1 (estación 4), tiene un tiempo de 1,13 minutos; diferencia significativa que esta generando un cuello de botella y por ende limitando la producción, además las estaciones clasificación 1 (estación 1), clasificación 2 (estación 5), mantenimiento (estación 6) y marcado 1 (estación 7) se deben tener en cuenta también debido a que estas de igual forma tienen un tiempo de duración alto comparado con otras estaciones.

Por otra parte al observar los tiempos de las estaciones 1, 2 y 3 realizadas en planta 1 y sin alguna modificación trabajando como actualmente se realiza el proceso productivo; se propone trabajar solamente en dos (2) estaciones, con dos (2) operarios unificando en una sola estación las estaciones 2 y 3 para tener un tiempo de estación de 0,67 minutos trabajando con un solo operario, que no afectaría el flujo de las operaciones llevadas a cabo en planta 1.

En el Cuadro 9. Línea de cilindros Mantenimiento (capacidad 15 Kg) Balanceada, Se presentan algunos cambios en las estaciones que presentan mayor tiempo de ejecución y que están limitando la producción, estos cambios consistirían en poner otra estación igual para que trabaje en paralelo o trabajar dos turnos en estas estaciones, ya que teniendo en cuenta la ecuación 1 de esta forma podría disminuir el tiempo de ciclo y por ende aumentar la productividad y de igual forma la eficiencia de la línea.

Cuadro 8. Línea de cilindros Mantenimiento (capacidad 15 Kg) Balanceada.

Estación	Operación	Tiempo (minutos)		Número	Tiempo
		Operación	Acumulado	Trabajadores	Estación
1	Clasificación 1	0,95	0,95	2	0,475
2	Patinado Cilindros Clasificados	0,25	0,25	1	0,25
3	Registro y Toma de Seriales 1	0,42	0,42	1	0,42
4	Granallado 1	1,13	1,13	2	0,565
5	Clasificación 2	0,95	0,95	2	0,475
6	Mantenimiento	2,21	2,21	6	0,37
7	Marcado 1	0,77	0,77	2	0,385
8	Normalizado	0,57	0,57	2	0,285
9	PH	1,14	1,14	2	0,57
10	Peso y R.	0,37	0,37	1	0,37
11	Marcado 3	0,43	0,43	1	0,43
12	Granallado 2	0,78	0,78	2	0,39
13	Limpieza	0,52	0,52	1	0,52
14	Patinado CL	0,41	0,41	1	0,41
15	Pintura	0,67	0,67	2	0,34
16	Patinado CP	0,32	0,32	2	0,16
17	Patinado V.	0,31	0,31	1	0,31
18	Válvulado	0,55	0,55	1	0,55
19	PN	0,51	0,51	1	0,51
20	RyT Seriales 2	0,35	0,35	1	0,35
21	Screen	1,12	1,12	2	0,56

Tiempo de ciclo (minutos)	0,57
Producción (número de cilindros)	842
Tiempo Estandar (minutos)	14,73
Tiempo Disponible (minutos)	480
Trabajadores	27
Eficiencia Línea (%)	95,71

* Se considero un factor de valoración del 100%

Como se puede observar en el Cuadro 8. Línea de cilindros Mantenimiento (capacidad 15 Kg) Balanceada. La línea de cilindros mantenimiento quedaría más equilibrada, ya que trabajando dos turnos o poniendo otra estación similar en cada una de estas a trabajar en paralelo, con un tiempo disponible de 480 minutos, la producción aumentaría de 425 cilindros a 842 cilindros y la eficiencia de la línea pasaría de 68,64% a 95,70% mejorando en un alto grado la situación que se tenía actualmente.

Lo anterior encuentra respuesta a la inquietud manifestada por la empresa, en el sentido de que en la planta de fabricación de cilindros de Mosquera, con 5 personas más que las disponibles en la planta de Yumbo, con un tiempo disponible de 13440 minutos, se producían 15000 cilindros nuevos (Cuadro 7. Adecuación Cilindros Agencias de Cinsa); atendiendo el balanceo recomendado en el presente estudio, se corroboró que la diferencia en las cantidades producidas no se debe a ineficiencias de la planta de Yumbo, si no a un problema de equilibrado de líneas que puede ser fácilmente corregido.

Con relación a si el nuevo balanceo corresponde o no a la demanda de cilindros del área de influencia de la planta, debe mencionarse que esta planta no fabrica solamente para atender la demanda local, si no para soportar los picos de demanda que se sucede en las áreas de influencia de la planta de Mosquera la cual es mucho mayor.

Cuadro 9. Adecuación Cilindros Agencias de Cinsa.

AGENCIA Cinsa	ADECUADO DE CILINDROS	TIEMPO DISPONIBLE (minutos)
Cúcuta	No se adecua	No aplica
Mosquera	15000	13440
Yumbo	11900	13440

Nota: Aunque la estación de normalizado no posee un alto tiempo de ejecución para ser considera cuello de botella, se considera como tal, debido a que tiene una limitante que es el espacio de almacenamiento, al igual que las estaciones clasificación 2 (estación 5), Mantenimiento (estación 6), y marcado 1 (estación 7);

ya que no se podría almacenar el producto en proceso, se plantea trabajar doble turno hasta antes de la prueba hidrostática (estación 9) que es la estación en la que se tiene una zona de enfriamiento y posee mayor espacio para almacenamiento.

Por otra parte al poner otra estación a trabajar en paralelo o doble turno en la clasificación 1 (estación 1), no se debería tener en cuenta la recomendación dada que consistía en unificar las estaciones 2 y 3; debido a que generaría un cuello de botella.

Con respecto a la Evaluación Global de los resultados Obtenidos mediante el presente estudio, se puede observar que el estudio permite evaluar mediante los indicadores de cumplimiento de producción (Figura 6. Indicador Cumplimiento de Producción.), si la producción real coincide con la producción esperada o teórica, de acuerdo a los tiempos estándar calculados mediante el estudio del trabajo.

Figura 10. Indicador Cumplimiento de la Producción

	Tiempo productivo día (minutos)		Tiempo Disponible
Numero de días disponibles 8 horas (mes)	28	480	13440

	CILINDROS	
	Nuevos	Mantenimiento
Tiempo Disponible del mes (minutos)	13440	13440
Tiempo de Ciclo de la estación cuello de botella	1,37	1,13
Producción Teórica	9810	11894
Producción Real	6000	6000
% Cumplimiento Producción	61,16	50,45

Como se puede concluir de la Figura 10. Indicador Cumplimiento de la Producción, la producción actual o real es inferior a la esperada, lo cual coincide con la apreciación de los directivos de la empresa.

Tiempo Disponible del mes (minutos) = (Tiempo disponible por mes en numero de días de 8,5 horas) + (Tiempo disponible por mes en numero de días de 5,5 horas)

$$\text{Producción Teórica} = \frac{\text{Tiempo disponible del mes (minutos)}}{\text{Tiempo de ciclo de la estación cuello de botella (minutos)}}$$

$$\% \text{ Cumplimiento de Producción} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Teórica}} \times 100$$

10. CONCLUSIONES

Como resultado del proyecto se determinó el tiempo estándar de producción de cada una de las operaciones que hacen parte de la línea productiva, con el propósito de contar con una herramienta que facilite la programación de la producción.

Por medio de la revisión de la información disponible en la empresa, se encontró que ya se disponía de un registro de los métodos establecidos para cada uno de los productos y puestos de trabajo (instructivo de trabajo) y habiendo revisado y analizado estos métodos se encontró que están acordes con lo requerido para la obtención de los productos tal como son solicitados por los clientes. Aun así el trabajo realizado y específicamente la construcción de los nuevos diagramas: Diagrama 1. Diagrama de Flujo de Proceso de Línea de Adecuación de Cilindros y Diagrama 2. Diagrama de Flujo de Proceso de Línea de Cilindros Nuevos; se constituyen en un complemento y por lo tanto un valor agregado para la empresa que le permite asegurar la normalización de sus procesos.

Este trabajo ayuda a planear y programar la producción optimizando los recursos que se poseen, ya que se tienen los tiempos de ejecución todas las operaciones que se ejecutan.

Se consiguió identificar que las operaciones Granallado 1 y Soldadura Longitudinal son las estaciones cuellos de botella para la línea de Adecuación de Cilindros y Cilindros Nuevos respectivamente, logrando con esto disminuir el tiempo de ciclo, aumentar la producción y mejorar los indicadores de producción con que cuenta actualmente la empresa.

El estudio permite evaluar si la producción real coincide con la producción esperada de acuerdo a los tiempos estándar calculados con el estudio del trabajo (indicador de cumplimiento de producción).

En relación al objetivo específico número 1 que hace referencia a efectuar un análisis del proceso identificando cada una de las actividades de la línea productiva de la empresa CINSA – Yumbo, con el fin de registrarlo y de esta forma poder elaborar un diagnóstico de la situación actual de la compañía que conduzca al establecimiento de métodos mejores, es importante mencionar que de acuerdo a lo expresado en el CAPITULO 9. DESARROLLO DEL ESTUDIO DEL TRABAJO, pagina 37, cada actividad tiene un método de trabajo establecido y que

a solicitud de la empresa no se debe modificar ya que debe seguir lo establecido por la planta matriz de la empresa CINSA – Cúcuta, con base en las normas que la certificó. De lo anterior se puede explicar el por qué no se propusieron mejoras en los métodos de trabajo como se pretendía inicialmente.

11. RECOMENDACIONES

Que la empresa continúe con la labor de tener actualizados los procesos y los tiempos estándar, con el fin de asegurar de que los procesos se realicen efectivamente como fueron definidos y de otro lado garantizar la vigencia de los tiempos estándar.

Diseñar indicadores de productividad con base en los tiempos estándar, de tal forma que se puedan evaluar los resultados obtenidos.

Aunque los métodos de trabajo por solicitud de la planta matriz CINSA – Cúcuta no deben ser modificados, en revisión de la información disponible para este tipo de procesos realizada por el autor; se encontró que existe tecnología más avanzada que puede ser considerada por la empresa.

Calcular con una frecuencia mensual el indicador de cumplimiento de producción, para tener conocimiento del comportamiento de la producción y poder tomar oportunamente las decisiones pertinentes.

BIBLIOGRAFÍA

COMERCIAL INDUSTRIAL NACIONAL S.A. (CINSA-Yumbo). Archivo de la empresa. Colombia, 2012. 1 archivo de computador.

DIAGRAMAS DE FLUJO [en línea]. Colombia: Eduteka, s.f. [consultado julio de 2012]. Disponible en Internet:
<http://www.eduteka.org/modulos.php?catx=4&idSubX=116>.

DIAGRAMAS DE PROCESO [en línea]. España: Zaragoza, s.f. [consultado julio de 2012]. Disponible en internet:
<http://148.202.148.5/curos/id209/mzaragoza/unidad2/unidad2dos.htm>

DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA Y DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES [en línea]. Pbworks.com. [consultado julio de 2012]. Disponible en Internet:
<http://organizacionymetodos.pbworks.com/f/13p+diagrama+bimanual+y+diag+hombre+maquina.pdf>.

ESCALONA MORENO, Iván. Ingeniería de métodos: métodos y diseños del trabajo. Ed, El Cid Editor. Argentina. 2009

GARCIA CRIOLLO, Roberto., Estudio del Trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. México D.F.2005.

GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Francisco Javier. Estudio de métodos y tiempos para la planta de producción de C.I. Cobres de Colombia Ltda. División de Empaques de Madera. Optando al título de Administrador de empresas. Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia. 2010

MARTÍNEZ CANIZALES, Shirley. Estudio de métodos y tiempos en el proceso de extrusión de tubería corrugada en la línea 10 de la empresa Tubos de Occidente S.A. Optando al título de Ingeniera Industrial. Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia. 2010

MÉTODOS Y TIEMPOS: HERRAMIENTA PARA AUMENTAR LA CALIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD [en línea]. España: Las provincias, 04/08/2007 [consultado julio de 2012]. Disponible en internet: http://lasprovincias.es/valencia/prensa/20070408/economía/métodos-tiempos-herramienta-para_20070408.html

MEYERS, Fred., Estudio de Métodos y Tiempos para la Manufactura. Segunda Edición.

MIRALLES, Insa, etal. Cuestiones y Problemas de Estudio del Trabajo. Ed, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. Valencia, España. 2005.

NIEBEL, Benjamin W., Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del trabajo. Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V., Duodécima Edición. 2009.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1486 [en línea]: Documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Sexta actualización. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones (ICONTEC), 2008 [consultado julio de 2012]. Disponible en Internet: http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&sqi=2&ved=0CFMQFjAC&url=http%3A%2F%2Ffiles.humanidadesinglesvilla.webnode.es%2F200000034-9ea469f21c%2Fnormas%2520para%2520presentar%2520trabajo.pdf&ei=G1siULWhOcie6AHaI4C4Dw&usq=AFQjCNFAsul4no57cqDbqjJ_picNIjGZfw

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO., Introducción al Estudio del Trabajo. Cuarta Edición. Ginebra, Suiza.1996.

PRODUCTIVIDAD [en línea]. Colombia: Bscgla.com. [Consultado julio de 2012]. Disponible en internet: <http://bscgla.com/04.%20Educacion/00010.%20Productividad/Productividad.pdf>.

ROIG IBÁÑEZ, José. El estudio de los puestos de trabajo: la valoración de tareas y la valoración del personal. España. 2008

TIEMPO ESTÁNDAR [en línea]. Slideshare.net. [consultado julio de 2012]. Disponible en Internet: <http://slideshare.net/lauragil/tiempo-estandar>

USTATE PACHEO, Elkin Javier. Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S.A. Optando al título de Ingeniero Industrial. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 2007

ANEXOS

Anexo A.Tablas de descripción de actividades

Tabla 1. Inspección y clasificación 1

INSPECCIÓN Y CLASIFICACIÓN 1	
Descripción	Actividades
Es una actividad en la que el operario toma el cilindro y lo inspecciona para de esta forma clasificarlo (si es posible), de acuerdo al mantenimiento a realizar.	Tomar cilindro. Inspeccionar el cilindro. Clasificar el cilindro de acuerdo a su estado actual. Marcar el cilindro con marcador industrial, escribiendo el tipo de mantenimiento a realizar. Ubicar el cilindro en la zona para la siguiente actividad.

Tabla 2. Patinado Cilindros Clasificados

PATINADO CILINDROS CLASIFICADOS	
Descripción	Actividades
Esta operación consiste en transportar el cilindro clasificado al lote de cilindros clasificados, para previamente ser registrados y transportados a planta 2 para la siguiente actividad.	Tomar el cilindro. Montar el cilindro en el carro transportador. Transportar el cilindro a la zona del lote de cilindros clasificados. Ubicar el cilindro en el lote de cilindros clasificados.

Tabla 3. Registro y Toma de Seriales 1.

REGISTRO Y TOMA DE SERIALES 1	
Descripción	Actividades
Esta actividad consiste en registrar el número de placa nif del cilindro en el sistema de trazabilidad.	Tomar el cilindro Pulir la placa. Digitar numero de placa nif, en el dolphin.

Tabla 4. Granallado1

GRANALLADO 1	
Descripción	Actividades
<p>El granallado hace referencia a una técnica de tratamiento de limpieza superficial por impacto, para remover la capa externa de pintura o la corrosión generada por la exposición del cilindro al ambiente.</p> <p>La actividad de granallado 1 cuenta con:</p> <p>Una granalladora con capacidad para 6 cilindros de 15 Kg.</p> <p>Un operario debidamente entrenado.</p> <p>Un instructivo de trabajo donde esta descrito el método ya establecido para la operación.</p>	<p>Abrir granalladora.</p> <p>Desencajar las varillas de cada compartimento de la máquina, para sacar y tirar dos cilindros por la rampa e introducir otros dos, encajando de nuevo las varillas.</p> <p>Esta actividad se hace hasta completar los 6 cilindros que es la capacidad de la máquina.</p> <p>Adecuar la máquina, que es la operación en la que el operario toma un rastroy y baja la granalla para que la actividad se desarrolle correctamente.</p> <p>Cerrar la máquina.</p> <p>Programar la máquina.</p> <p>Granallar los cilindros (elemento mecánico)</p> <p>Colocar tapones plásticos a las bridas de los cilindros para que la granalla no se introduzca en estos. (Esta actividad se realiza mientras la maquina esta funcionando, es decir en el tiempo inactivo del operario).</p>

Tabla 5. Inspección y Clasificación 2.

INSPECCIÓN Y CLASIFICACIÓN 2	
Descripción	Actividades
<p>Es una actividad en la que el operario toma el cilindro después del granallado y lo inspecciona para de esta forma clasificarlo (si es posible), de acuerdo al mantenimiento a realizar.</p> <p>Tipo A: Soldadura de placa.</p> <p>Tipo B1: Cambio de aro base y soldadura de placa.</p> <p>Tipo B2: Cambio de protector y soldadura de placa.</p> <p>Tipo B3: Cambio de aro base, protector y soldadura de placa.</p>	<p>Quitar tapones plásticos de la brida de los cilindros.</p> <p>Ubicar el cilindro en el puesto de trabajo, librándolo de golpes, caídas, entre otros.</p> <p>Ingresar el número de la placa nif del cilindro en el sistema de trazabilidad.</p> <p>Inspeccionar el cilindro.</p> <p>Clasificar el cilindro de acuerdo a su estado actual.</p> <p>Marcar el cilindro con marcador industrial, escribiendo el tipo de mantenimiento a realizar.</p>

	Ubicar el cilindro en la rampa para la siguiente actividad.
--	---

Tabla 6. Mantenimiento

MANTENIMIENTO	
Descripción	Actividades
Es la actividad en la que el operario repara el cilindro, cambiando las partes averiadas y que necesitan ser remplazadas por su mal estado. Nota: En esta actividad se cuenta con tres operarios que realizan la misma actividad.	Tomar el cilindro de la rampa y ubicarlo en el puesto de trabajo. Quitar protector o base del cilindro. (Si es necesario) Soldar aro base o protector nuevo al cilindro. (Si es necesario) Soldar placa de propiedad al cilindro y ubicar el cilindro en la rampa para la siguiente actividad.

Tabla 7. Marcado 1

MARCADO 1	
Descripción	Actividades
Es la actividad en la que el operario estampa con los marcadores de impacto la información correspondiente (fecha, tipo de mantenimiento) del cilindro en el lugar indicado y correspondiente de cada uno de ellos.	Instalar el cilindro sobre el banco y ubicar el protector en el posicionador o yunque para marcar. Inspeccionar completa y constantemente el cilindro mientras efectúa la actividad. Estampar con los marcadores de impacto la información correspondiente (fecha, tipo de mantenimiento) del cilindro en el lugar indicado y correspondiente de cada uno de ellos. Ubicar los cilindros marcados en la rampa para la siguiente actividad.

Tabla 8. Rolado

ROLADO	
Descripción	Actividades
El proceso de rolado consiste en hacer pasar la lamina de acero por unos rodillos ubicados de tal manera que por deformación le den al material la forma deseada.	<p>Bajar la palanca manual que permite subir el rodillo auxiliar para realizar el pre doblado del cuerpo.</p> <p>Introducir un cuerpo dentro los rodillos de la máquina y accionar el pedal hasta que el cuerpo es atrapado y halado un poco antes de tocar el rodillo auxiliar.</p> <p>Subir la palanca que libera el rodillo de pre doblado.</p> <p>Pulsar el pedal, soltar el cuerpo y permitir que cumpla el recorrido circular completando el rolado hasta el extremo opuesto.</p> <p>Accionar el mando neumático de palanca que libera el eje amordazador del rodillo superior.</p> <p>Extraer el cuerpo rolado e instalarlo sobre la rampa transportadora que lo conduce a la actividad de punteo.</p>

Tabla 9. Punteo

PUNTEO	
Descripción	Actividades
La soldadura por puntos es un método de soldadura por resistencia, que se logra mediante el calentamiento de una pequeña zona al hacer circular una corriente eléctrica.	<p>Instalar dos cuerpos rolados sobre el dispositivo posicionador.</p> <p>Bajar las abrazaderas que cierran y ajustan los cuerpos sobre las vigas del posicionador.</p> <p>Anclar el pasador que sostiene las abrazaderas.</p> <p>Alinear los cuerpos de acuerdo a la unión de la junta longitudinal.</p> <p>Aplicar un punto de soldadura en la unión de los dos cuerpos, puntear las platinas de sacrificio en los extremos de los cuerpos, centrados en relación a la junta longitudinal.</p> <p>Inspeccionar las partes en proceso.</p> <p>Ubicar los cuerpos punteados en la rampa para la siguiente actividad.</p>

Tabla 10. Longitudinal

LONGITUDINAL	
Descripción	Actividades
Proceso automático por fusión sin aporte de metal, costura laminada interior empleando soldadura por arco sumergido.	<p>Instalar los cuerpos punteados sobre la platina de respaldo de cobre electrolítico.</p> <p>Inspeccionar el cuerpo punteado.</p> <p>Alinear los cuerpos punteados de acuerdo con el desplazamiento de la punta del alambre electrodo.</p> <p>Cortar la punta del alambre electrodo con la pinza corta frio.</p> <p>Pulsar el mando neumático de pedal para sujetar el cuerpo a la platina por medio de las uñas de cobre.</p> <p>Instalar la boquilla en el extremo inicial de la junta longitudinal, ubicándola de tal forma que inicie el cordón de soldadura sobre la platina de sacrificio.</p> <p>Correr el carro transversal hasta la posición de inicio.</p> <p>Pulsar el mando neumático de pedal para liberar el cuerpo soldado.</p> <p>Extraer el cuerpo soldado de la máquina haciéndolo girar dentro del tubo, para evacuar el fundente y la escoria sobre la tolva recolectora del reciclador.</p> <p>Inspeccionar el cuerpo soldado</p>

	<p>Retirar las platinas de sacrificio con la porra ranurada.</p> <p>Instalar el cuerpo soldado sobre la rampa transportadora que lo conduce hacia el ensamble de cilindros, quitar el fundente con la pistola de aire y continuar con el ciclo del proceso.</p>
--	---

Tabla 11. Ensamble.

ENSAMBLE	
Descripción	Actividades
En esta actividad se une al cuerpo la tapa protectora y el fondo base por medio de una soldadura por puntos.	<p>Instalar un fondo-base al costado izquierdo del dispositivo posicionador contra el plato fijo.</p> <p>Acoplar un cuerpo soldado al fondo base, verificando cual de los extremos del mismo ajusta de forma adecuada y segura.</p> <p>Instalar la tapa protector al costado derecho del cuerpo acoplándola lo más seguro posible sosteniéndola siempre por su parte</p> <p>Accionar el mando neumático de pedal gradualmente para que el gato ajuste el fondo base y la tapa protector contra el</p> <p>Golpear con una porra las caras laterales del fondo de la tapa y el centro de junta circular para lograr el ajuste y la alineación requerida de la junta.</p> <p>Aplicar los puntos de soldadura e inspeccionar el cilindro.</p> <p>Retirar los cilindros ensamblados y enviarlos por la rampa transportadora que los conduce hacia la actividad de soldadura circular.</p>

Tabla 12. Soldadura Circular

SOLDADURA CIRCULAR	
Descripción	Actividades
En esta actividad se aplica soldadura por arco sumergido en la unión del cuerpo con la tapa protectora y el fondo base.	<p>Instalar el cilindro dentro de los dos puntos de sujeción del dispositivo.</p> <p>Accionar el mando neumático de palanca para que el gato sujete y presione el cilindro entre los puntos de sujeción.</p> <p>Ajustar las boquillas de trabajo, respecto al desplazamiento circular de la punta con el alambre electrodo.</p> <p>Cortar la punta del alambre electrodo con la pinza corta frío.</p> <p>Pulsar el botón START de la cada de control para iniciar la aplicación del cordón de soldadura automática proceso SAW.</p> <p>Inspeccionar que el cilindro y el proceso de soldadura realizado estén libres de no conformidades.</p> <p>Pulsar el mando neumático de pedal para liberar el cilindro soldado.</p> <p>Retirar el cilindro soldado del dispositivo.</p> <p>Enviar el cilindro soldado por la rampa transportadora que lo conduce hacia la actividad de marcado 2, para posteriormente realizarle el normalizado.</p>

Tabla 13. Marcado 2.

MARCADO 2	
Descripción	Actividades
Es la actividad en la que el operario estampa con los marcadores de impacto la información correspondiente (Volumen de agua y capacidad en Kg) del cilindro en el lugar indicado y correspondiente de cada uno de ellos.	<p>Remover la escoria de la soldadura.</p> <p>Inspeccionar que el cilindro no presente ninguna inconformidad.</p> <p>Los cilindros conformes son instalados en el banco, ubicando el protector en el posicionador o yunque para marcar.</p> <p>Estampar con los marcadores de impacto la información correspondiente del cilindro en el lugar indicado y correspondiente de cada uno de ellos.</p> <p>Ubicar el cilindro marcado en la rampa transportadora del horno y luego ubicar los cilindros de mantenimiento de igual forma, para la actividad de normalizado.</p>

Tabla 14. Normalizado.

NORMALIZADO	
Descripción	Actividades
El normalizado es un tratamiento térmico que se emplea para devolver al acero las propiedades perdidas en el proceso de soldadura, aquí los cilindros son sometidos a altas temperaturas para normalizar su estructura.	<p>Tomar el cilindro normalizado y tirarlo por la rampa</p> <p>Bajarlo el cilindro de la rampa y ubicarlo en la zona de enfriamiento para la siguiente actividad.</p>

Tabla 15. Prueba Hidrostática.

PRUEBA HIDROSTÁTICA	
Descripción	Actividades
<p>Control realizado sobre los cilindros para determinar las condiciones de resistencia, a través de la expansión elástica. Esta prueba se realiza con el fin de verificar la seguridad del envase para su uso continuo.</p> <p>La operación de PH cuenta con:</p> <p>Una PH (máquina para realizar la prueba) con capacidad para 10 cilindros.</p> <p>Una PH (máquina para realizar la prueba) con capacidad para 7 cilindros.</p>	<p>Tomar los cilindros de la zona de enfriamiento y montarlos uno a uno en cada compartimento de cada máquina.</p> <p>Accionar la palanca del mando neumático de los gatos que bajan y ajustan las boquillas de llenado sobre la brida del cilindro.</p> <p>Proceder al llenado de agua de los cilindros prendiendo la bomba de baja y abriendo las válvulas de paso de agua que se encuentran en los émbolos de los gatos neumáticos.</p> <p>Aplicar la presión de prueba a los cilindros llenos de agua durante 2 minutos. (Se golpea la soldadura a todo largo de junta circunferencial y longitudinal con un martillo, cuya masa sea mínimo de 500g)</p> <p>Retirar escoria.</p> <p>Inspección visual de la superficie externa de los cilindros.</p> <p>Terminada la inspección se procede a retirar la presión y desalojar el agua de los cilindros.</p> <p>Desmontar los cilindros del banco de prueba, ubicándolos según el resultado de la inspección (conformes a peso y registro, inconformes a parcheo).</p>

Tabla 16. Peso y Registro

PESO Y REGISTRO	
Descripción	Actividades
En esta actividad se ingresa de nuevo al sistema el número del nif del cilindro, se pesa y se convierte ese peso en el real (sumando peso de válvula y pintura).	Tomar el cilindro y montarlo en la báscula. Ingresar el número de placa nif del cilindro en el sistema. Marcar el peso del cilindro con tiza en su cuerpo. Ubicar el cilindro en la rampa para la siguiente actividad.

Tabla 17. Marcado 3.

MARCADO 3	
Descripción	Actividades
Es la actividad en la que el operario estampa con los marcadores de impacto la información correspondiente (peso en Kg grabado con tiza en el cuerpo) del cilindro en el lugar indicado y correspondiente de cada uno de ellos.	Instalar el cilindro sobre el banco y ubicar el protector en el posicionador o yunque para marcar. Inspeccionar completa y constantemente el cilindro mientras efectúa la actividad. Estampar con los marcadores de impacto la información correspondiente (peso en Kg) del cilindro en el lugar indicado y correspondiente de cada uno de ellos. Ubicar los cilindros marcados en la rampa para la siguiente actividad.

Tabla 18. Granallado 2.

GRANALLADO 2	
Descripción	Actividades
<p>El granallado hace referencia a una técnica de tratamiento de limpieza superficial por impacto, para remover la capa externa de pintura o la corrosión generada por la exposición del cilindro al ambiente.</p> <p>La actividad de granallado 2 cuenta con:</p> <p>Dos granalladoras con capacidad para 6 cilindros (15 Kg o 18 Kg) cada una.</p> <p>Un operario debidamente entrenado.</p> <p>Un instructivo de trabajo donde esta descrito el método ya establecido para la operación.</p>	<p>Abrir granalladora.</p> <p>Desencajar las varillas de cada compartimento de la máquina, para sacar y tirar dos cilindros por la rampa e introducir otros dos encajando de nuevo las varillas.</p> <p>Esta actividad se hace hasta completar los 6 cilindros que es la capacidad de la máquina.</p> <p>Adecuar la máquina, que es la operación en la que el operario toma un rastrojo y baja la granalla para que la actividad se desarrolle correctamente.</p> <p>Cerrar la máquina.</p> <p>Programar la máquina.</p> <p>Granallar los cilindros (elemento mecánico)</p> <p>Colocar tapones plásticos a las bridas de los cilindros para que la granalla no se introduzca en estos. (Esta actividad se realiza mientras la maquina esta funcionando, es decir en el tiempo inactivo del operario).</p>

Tabla 19. Limpieza Superficial.

LIMPIEZA SUPERFICIAL	
Descripción	Actividades
En esta actividad el operario pasa un trapo húmedo por toda la superficie del cilindro, con el fin de remover el polvillo y otras impurezas que se quedan en el cuerpo de este luego de la actividad de granallado y disminuyen la adherencia de la pintura.	<p>Inspeccionar que el cilindro proveniente de la granalladora no presente inconformidades.</p> <p>Levantar el cilindro y ponerlo en el puesto de trabajo, librándolo de golpes y caídas.</p> <p>Limpiar el exterior del cilindro con un trapo húmedo, para remover polvillo y otras impurezas que se encuentran en la superficie de este luego del proceso de granallado, garantizando así una mejor adherencia de la pintura.</p> <p>Ubicar el cilindro en la zona para que sea transportado a la siguiente actividad.</p>

Tabla 20. Patinado Cilindros Limpios.

PATINADO CILINDROS LIMPIOS	
Descripción	Actividades
Esta operación consiste en transportar el cilindro luego de la limpieza superficial a la zona de pintura.	<p>Tomar el cilindro.</p> <p>Transportar el cilindro a la zona de pintado.</p> <p>Instalar gancho a la brida del cilindro.</p> <p>Colgar cilindro en la cabina de pintura.</p>

Tabla 21. Pintado.

PINTADO	
Descripción	Actividades
<p>Dar color y hacer más agradable un objeto, usando productos naturales o artificiales.</p> <p>Nota: En esta actividad se dispone de dos (2) pintores.</p>	<p>Tomar el cilindro y hacerlo girar.</p> <p>Accionar el gatillo de la pistola y aplicar el abanico de anticorrosivo corriendo lentamente la mano desde el protector hasta la base y luego desde la base al protector y fondo base (siguiendo los contornos del cilindro) para lograr el cubrimiento total de su superficie.</p> <p>Detener el giro manualmente frenando el cuerpo del gancho y retocar las aristas de la manija y su superficie interna, dirigiendo el abanico contra los ángulos de los dobleces y de la unión entre la tapa y el protector.</p> <p>Inspeccionar la presentación del cilindro y la medición del espesor requerido 50 micras en seco (auxiliar de calidad).</p>

Tabla 22. Patinado Cilindros Pintados

PATINADO CILINDROS PINTADO	
Descripción	Actividades
<p>Esta operación consiste en transportar el cilindro pintado a la zona de secado.</p>	<p>Bajar cilindro de la cabina de pintura.</p> <p>Transportar el cilindro a la zona de secado.</p> <p>Desinstalar gancho de la brida del cilindro.</p>

Tabla 23. Patinado Válvulado

PATINADO VÁLVULADO	
Descripción	Actividades
Esta operación consiste en transportar el cilindro pintado y seco a la zona de válvulado.	Tomar cilindro Transportar cilindro a la zona de válvulado Instalar sellante en la brida del cilindro. Roscar la válvula manualmente en la brida del cilindro.

Tabla 24. Válvulado.

VÁLVULADO	
Descripción	Actividades
En esta actividad el operario le instala la válvula al cilindro, para regular y contralar la presión y el caudal del aire a presión. Las válvulas dirigen, distribuyen o pueden bloquear el paso del aire para accionar los elementos de trabajo.	<p>Levantar el cilindro y apoyarlo sobre la base de la máquina, introducir la válvula dentro del macho de válvulado de manera que la abertura del protector quede frente al ayudante.</p> <p>Cerrar y ajustar la abrazadera que sujeta el cilindro al cuerpo de la máquina.</p> <p>Girar la perilla del arrancador del motor y permitir el roscado de la válvula hasta que se haya introducido como mínimo el 80% de la rosca, quedando afuera de la brida entre 3 y 4 hilos.</p> <p>Detener el giro del reductor cuando la boca de servicio de la válvula queda centrada frente a la abertura en el protector del cilindro.</p> <p>La válvula de seguridad debe quedar centrada frente a la ventilación del agarre del protector.</p> <p>Desmotar el cilindro de la válvuladora y ubicarlo en la zona para la siguiente actividad.</p>

Tabla 25. Prueba Neumática.

PRUEBA NEUMÁTICA	
Descripción	Actividades
En esta prueba se verifica la hermeticidad de una instalación o elemento componente, aplicando presión con un fluido gaseoso inerte (aire, nitrógeno u otro), para luego aplicar una solución jabonosa sobre la brida del cilindro y comprobar que no existan fugas.	<p>Instalar la extensión del aire comprimido y el pico de llenado sobre la válvula del cilindro.</p> <p>Abrir la válvula de paso y llenar el cilindro de aire comprimido, hasta que el manómetro registre una presión mínima de prueba (70 psi).</p> <p>Cerrar la válvula de paso del pico de llenado.</p> <p>Inspeccionar la válvula y la unión con la brida.</p> <p>Aplicar la solución jabonosa cubriendo la válvula y la brida del cilindro.</p> <p>Inspeccionar la válvula y la unión con la brida.</p> <p>Retirar el pico de llenado de la válvula del cilindro.</p> <p>Retirar los residuos del jabón con estopa o con tela toalla.</p> <p>Ubicar el cilindro en la zona para la siguiente actividad.</p>

Tabla 26. Registro y Toma de Seriales 2.

REGISTRO Y TOMA DE SERIALES	
Descripción	Actividades
En esta actividad el operario ingresa el cilindro al sistema y lo etiqueta para de esta forma lograr un control del producto terminado.	Tomar el cilindro e ingresar su nif en el sistema de trazabilidad. Generar el código de barras del cilindro y pegárselo. Ubicar el cilindro en la zona para la siguiente actividad.

Tabla 27. Screen.

SCREEN	
Descripción	Actividades
En esta actividad el operario marca con una plantilla el cilindro con el nombre del cliente (COLGAS de Occidente S.A.), datos y demás información que compete al consumidor.	Tomar el cilindro y ubicarlo en el banco para realizar la actividad. Ubicar la plantilla o plancha en la zona del cuerpo del cilindro que se quiere grabar la información. Pasar la espátula con presión y evitando que la plancha o plantilla se arrugue.
Nota: Esta actividad consta de dos (2) operarios que trabajan conjuntamente en la actividad.	Bajar el cilindro y ubicarlo en la zona de producto terminado

ANEXO B. DELIMITACIÓN DE ELEMENTOS

OPERACIONES

Línea de Mantenimiento

Clasificación de cilindros 1

Es una operación indivisible, se tomara el tiempo desde que el operario toma el cilindro sin clasificar hasta que lo clasifica y lo ubica en la zona para la siguiente actividad.

Patinado de cilindros clasificados

Es una operación indivisible, se tomara el tiempo desde que el operario toma el cilindro para montarlo en el carro transportador hasta el momento justo antes de tomar otro cilindro para transportarlo de nuevo.

Nota: El carro transportador tiene capacidad para 4 cilindros de 15 Kg, es decir el tiempo tomado fue para 4 cilindros, pero luego se dividió por 4 para encontrar el tiempo para cada unidad.

Registro y Toma de Seriales 1

Esta es una operación indivisible, se tomara el tiempo desde que el operario tome el cilindro para pulir la placa nif, hasta el momento justo antes de pulir la placa nif siguiente.

Granallado 1

Es una operación indivisible, se tomara el tiempo desde que el operario abre la granalladora para meter los cilindros, hasta que la granalladora pare luego de los 3 min del proceso programado.

Abre granalladora

Introduce 2 cilindros y tira dos cilindros por la rampa hasta completar los 6.

Adecua maquina (rastreo)

Cierra la maquina

Programa la maquina

Granallan los cilindros

Clasificación de cilindros 2

Es una operación indivisible, se tomara el tiempo desde que el operario quita los tapones plásticos de las bridas de los cilindros hasta que los ubica en la rampa para la siguiente actividad.

Mantenimiento de cilindros

Se tomo el tiempo desde que el operario toma el cilindro de la rampa hasta que lo ubica en la zona para la siguiente actividad.

Nota: En esta actividad se tuvo en cuenta la aleatoriedad con que llegan los cilindros para cada tipo de mantenimiento y la duración de cada uno de esto, por eso se tomo el dato de una semana en la que se habían adecuado 1242 cilindros, clasificados de la siguiente manera:

Tipo A = 967 Cilindros.

Tipo B1= 273 Cilindros.

Tipo B2= 1 Cilindro.

Tipo B3= 1 Cilindro.

Para con esta información suministrada calcular un promedio ponderado de acuerdo a la frecuencia de cada uno de los tipos de mantenimiento anterior descritos y el tiempo cronometrado de estos.

Marcado 1

Esta actividad es indivisible, se tomara el tiempo desde que el operario toma el cilindro de la rampa, hasta que es ubicado debidamente marcado nuevamente en la rampa para la siguiente actividad.

Línea de cilindros nuevos

Rolado

La operación es indivisible y por esto será cronometrada desde el momento en que el operario toma la lámina, hasta que es ubicada en la rampa transportadora para la siguiente actividad.

Punteo

Esta actividad es indivisible y se tomara el tiempo desde el momento en que el operario toma la lámina rolada de la rampa, hasta que la ubica en la zona para la siguiente actividad.

Nota: En esta actividad se tomo el tiempo en que el operario puntea los dos (2) cuerpos y luego se dividió ese valor entre dos (2), siendo un dato que no altera el resultado del tiempo estándar; ya que el operario primero puntea un cuerpo y luego el otro, mas no los puede puntear al tiempo o de manera paralela.

Soldadura Longitudinal

La operación es indivisible y se cronometrará desde el momento en que el operario toma el la lamina punteada, hasta que la ubica en la rampa para la siguiente actividad.

Nota: En esta actividad se tomo el tiempo en que el operario le aplica la soldadura a los dos (2) cuerpos y luego se dividió ese valor entre dos (2), siendo un dato que no altera el resultado del tiempo estándar; ya que el operario primero le aplica la soldadura a un cuerpo y luego el otro, mas no los puede puntear al tiempo o de manera paralela.

Ensamble de Cuerpos

La actividad es indivisible y se tomara el tiempo desde el momento en que el operario toma el cuerpo del cilindro, hasta que este debidamente ensamblado es ubicado en la rampa para la siguiente actividad.

Soldadura Circular

La operación es indivisible, se tomará el tiempo desde que el operario toma el cilindro, hasta que este es ubicado en la rampa para la siguiente actividad.

Marcado 2

La actividad no se puede dividir, por esto se tomara el tiempo desde que el operario toma el cilindro de la rampa, hasta justo antes de tomar otro cilindro de la rampa para marcarlo.

Normalizado

La operación es indivisible, será cronometrada desde el momento que el operario toma el cilindro del horno con los ganchos, hasta que el cilindro es ubicado en la zona de enfriamiento previa a la prueba hidrostática.

Prueba Hidrostática

La operación será cronometrada desde el momento que el operario toma el cilindro de la zona de enfriamiento, hasta que el cilindro es ubicado en la rampa de balineras para la siguiente actividad.

Peso y Registro

La operación es indivisible y por eso será cronometrada desde que el operario toma el cilindro de la rampa de balineras, hasta que es ubicado en la rampa para la siguiente actividad.

Marcado 3

La operación es indivisible y será cronometrada desde el momento que el operario toma el cilindro de la rampa, hasta que lo ubica debidamente marcado en la rampa para la siguiente actividad.

Granallado 2

Es una operación indivisible, se tomara el tiempo desde que el operario abre la granalladora para meter los cilindros, hasta que la granalladora pare luego del proceso programado.

Abre granalladora

Introduce 2 cilindros y tira dos cilindros por la rampa hasta completar los 6.

Adecua maquina (rastreo)

Cierra la maquina

Programa la maquina

Granallan los cilindros

Limpieza Superficial

Esta operación será cronometrada desde que el operario toma el cilindro para ubicarlo en el burro y realizarle la limpieza, hasta que lo ubica en la zona para la siguiente actividad.

Patinado de Cilindros Limpios

La operación es indivisible, se tomara el tiempo desde que el operario toma el cilindro limpio hasta el momento justo antes de tomar el siguiente.

Pintado

Esta actividad fue cronometrada desde el momento que el pintor toca el cilindro para hacerlo girar, hasta que el cilindro es pintado en su totalidad

Patinado Cilindros pintados

La operación es indivisible, se tomara el tiempo desde que el operario toma el cilindro pintado, hasta el momento justo antes de tomar el siguiente.

Nota: El operario baja y patina dos cilindros es por eso que se tomo el tiempo cronometrado para dos unidades y se dividió en dos para encontrar el tiempo cronometrado por unidad.

Patinado Válvulado

Esta actividad fue cronometrada desde el momento en que el operario toma el cilindro de la zona de secado, hasta el momento justo antes de tomar el siguiente.

Válvulado

Esta actividad es indivisible y será cronometrada desde el momento que el operario toma el cilindro con el válvulado manual, hasta que lo ubica en la zona para la siguiente actividad.

Prueba Neumática

Esta actividad es indivisible y será cronometrada desde el momento que el operario toma el cilindro y le instala la extensión de aire comprimido y el pico de llenado, hasta que lo ubica en la zona para la siguiente actividad.

Registro y Verificación de Seriales a Cilindros

Esta actividad es indivisible y se cronometrara desde el momento en que el operario toma el cilindro luego de la prueba neumática, hasta que le pega el código de barras al cilindro y lo ubica en la zona para la siguiente actividad.

Nota 1: En esta actividad se tomo el tiempo en que el operario realiza la actividad a dos (2) cilindros y luego se dividió ese valor entre dos (2), siendo un dato que no altera el resultado del tiempo estándar; ya que el operario primero le realiza la actividad a un cilindro y luego el otro, mas no los puede registrar y verificar al tiempo o de manera paralela.

Screen

La actividad es indivisible por eso se cronometró desde el momento que el operario toma el cilindro para montarlo en el soporte hasta que el cilindro es ubicado en la zona de producto terminado.

Nota: Esta actividad fue cronometrada para dos operarios que deben trabajar conjuntamente y de manera como el método de trabajo lo exige, dato que no altera el resultado del tiempo estándar, ya que se hizo una prueba con un (1) solo operario realizando la actividad y se demoraba aproximadamente el doble, es por eso que se comprobó que aunque el método tenga mas de un operario, lo que logra disminuir y cambiar es el tiempo de ciclo, mas no cambia el método de

trabajo actual, ni modifica el tiempo estándar. Para mayor profundidad se sugiere ver la Tabla 28. Tiempo y Diferencia *Screen*.

Tabla 28. Tiempo y Diferencia *Screen*.

<i>Screen</i>	Tiempo		Diferencia	
	Real	Teórico	Minutos	segundos
	1,03	0,91	0,12	7

Tiempo real = Tiempo cronometrado a un (1) solo operario.

Tiempo Teórico = Tiempo cronometrado a dos operarios, multiplicado por dos (2).

Diferencia = Tiempo Real – Tiempo Teórico